최 종
연구보고서

농업저수지 자동 수위관측기 개발 연구

Development of Reservoir Water Level Monitoring System

연구기관
농업기반공사

농 림 부

<공백>

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “농업저수지 자동수위관측기 개발 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004 년 10 월

주관연구기관명 : 농업기반공사 농어촌연구원

총괄연구책임자 : 김 진 택

세부연구책임자 : 주 욱 종

연 구 원 : 박 기 욱

연 구 원 : 박 지 환

연 구 원 : 오 승 태

참여연구기관명 : (주)아이에스텍

연 구 원 : 최 승 철

연 구 원 : 정 상 명

연 구 원 : 김 민 호

<공백>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

농업저수지 자동수위관측기 개발 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

농업저수지의 수위관측기 설치가 미비한 원인은 저수위관측을 위한 자동관측 기술들이 주로 외국 선진국 제품을 통해서 국내에 도입되고 일부 국내 개발되어 현장에 적용되고 있으나 시설설치비가 과다하고 제작사별 고유 모델로 개발되어 있어 다른 제품과는 운영체계가 상이하여 호환이 어렵고 시설의 유지관리에 있어서, 장비의 조작이나 점검・정비가 매우 어려운 점이 주요 원인이라 할 수 있다.

이러한 어려움을 해결하기 위해서는 저수위 관측기의 가격을 저가로 하고 유지관리가 용이하며 관측자료의 신뢰성이 있는 농업저수지 자동 저수위관측기의 개발이 절실하다. 이를 위해서는 저수위관측을 위한 저전력 소모형 수위계측 센서와 제어기 개발, green energy인 태양전원을 이용한 전원시설 개선 그리고 최근의 무선 데이터 통신 기술을 활용한 통신시설의 안정적인 개선 등이 필요하다. 이를 실현하는 방법으로, 전체 시스템의 안정적인 통합을 고려하여 각 부분을 모듈별로 개발하고, 이를 결합한 통합시스템으로 개발하여 시스템의 안정성을 제고할 필요가 있고, 효율적인 저수위 관리를 위해서는 운영프로그램의 개발이 필요하다.

본 연구를 통하여 개발하고자 하는 자동 수위관측기가 갖춰야할 내용은 다음과 같다.

1) 국내기술에 의한 저수지 수위계측기의 개발

농업저수지 관련 자료를 정기적이고 안정적으로 수집・관리하기 위한 시설인 농업저수지 자동 수위관측기는 저수지 수위계측기, 전원 및 통신기기로 구성된다. 현재, 저수지 수위계는 국내・외 여러 제작사에 따라서, 몇몇 방식의 수위계측기가 제작・설치되어 있으나 대부분이 외국제품이며 계측기에 따른 적정 사용 및 유지관리 방안

이 미흡하여 신뢰성 있는 계측자료의 확보가 어렵고 주변 관련기기인 전원장치, 통신 및 자료처리장치와의 적정 호환이 고려되지 않는 등의 문제점을 가지고 있어 국내기술에 의한 개발이 필요하다.

2) 저전력 소모형 계측기의 개발

저수지 수위 측정을 위해 개발된 수위계는 부표식, 압력식, 초음파식 등으로 크게 구분된다. 부표식이나 압력식 수위계에 비하여 공중 초음파식 수위계는 저수지의 상부에 설치하여 기준 위치에서 물 표면까지의 거리를 측정하여 저수지의 수위를 얻는 방식이기 때문에 복잡한 설치구조물이 필요 없게되어 설치비 경감 등의 경제적인 효과가 있고 유지 보수도 매우 용이하다. 기존의 수위계에 비해 저전력 소모형 수위계를 개발하여 별도의 전원공급을 위한 선로작업, 전원장치 공사 등에 따른 공사비를 절약할 수 있는 방안의 모색이 필요하다.

3) 현장과 관리소간의 자료송신 및 관리시스템의 개발

현장계측지료의 송수신과 관리를 위한 통신체계로는 최근 국내에서 널리 보급되고 있는 무선통신망의 적용이 검토되어야 하며 이를 실용화하면 초기 설치비용이 상당히 절감될 수 있고 중앙통제실에서 저수지 상황을 즉시 파악할 수 있도록 할 필요가 있다. 또한, 현장자료의 신속한 정보 수집이 가능하고 패킷단위의 Data 전송으로 통신비를 절감함으로써 유지비용을 경감할 수 있으며 인터넷에 의한 정보 공유가 용이하게 되는 등의 이점이 있도록 인터넷기반의 현장자료관리 운영프로그램에 대한 국내 전문 기술에 의한 개발이 필요하다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발목표

본 연구의 연구개발목표는 실용화 가능한 농업저수지 자동수위관측기의 개발과 활용방안 제시이며 세부 내용은 다음과 같다.

① 저전력 보급형 저수위계측센서 및 제어기 개발

② 효율적인 저수지관리를 위한 저수위 관측자료 관리 운영 프로그램 개발

③ 체계적이고 신뢰성있는 관측 관리를 위한 농업저수위관측기 메뉴얼 제시

등을 통하여 농업저수지 수위관측을 위한 자동 수위관측기를 개발하고, 현장시험을 통하여 계측기의 현장 적용성을 평가하도록 하였다.

2. 연구내용

1) 저가의 저전력 보급형 저수위관측기의 모듈화 개발

○ Sleep Mode 운전기능, 단일 마이크로프로세서 및 계측센서 구조개선, 보완 등을 통한 저전력 초음파 수위센서 및 수위계측 제어기를 개발하여 저가의 보급형 농업저수위 관측기 개발

○ 수위계, 제어기(Controller), 무선통신을 모듈화 개발하고 전체 제어기에 적정 통합하여 관측시스템의 제품가격을 낮추고 기기의 유지관리가 용이하도록 개발

○ 저수위관측기에 적정한 전원 범위 분석을 통한 수위관측 전원공급용 태양전지 모듈을 제시하고 무선통신망을 이용한 관측저수위 데이터 수집기능의 무선통신 모듈을 자동수위관측기에 적용

2) 농업저수지 자동 저수위관측시스템 운영프로그램 개발

○ 농업저수지 기존 관측방식조사 및 관측대상시설의 관측환경조사를 통해서 적정관측기 적용방안 제시

○ 측정 저수위 자료로부터 저수지의 저수량 및 저수율 산정, 관측자료 관리 및 이상진단기능, 통신모듈 및 하드웨어와 운영 프로그램간 인터페이스 기능에 대한 알고리즘 및 프로그램 개발

3) 자동 저수위관측기 설치, 시험운영 및 사용자 메뉴얼 작성

○ 설치 대상지구선정, 시험설치 및 현장 기능성 및 안정성 분석

○ 자동 저수위관측기 초기 설치 및 운영 유지관리에 관한 메뉴얼 작성

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구결과 요약

1) 농업저수지 수위관측 현황

농업저수지의 수위관측상황을 분석하고 문제점을 도출하기 위하여 현재 농업기반공사 관할 저수지 지구를 대상으로 수위관측현황을 조사 및 분석하였다.

① 농업저수지의 수위관측은 보통 부표식, 기포식, 수압식, 초음파식, 음파식 계측기를 통해 이루어지며, 계측기에 따른 특성을 분석한 결과 초음파식 센서가 적합한 것으로 나타났다.

② 우리나라의 저수위 관측은 물관리 자동화 사업을 통해 전국적으로 부분적으로 설치 운영되고 있으나, 다양한 계측 센서, 여러 형태의 보조시설을 사용하며, 전원도 한국전력선, 태양광 등을 사용하고 있는 것으로 나타나 일관된 형태의 시설물을 사용하지 않고 있는 것으로 나타났다.

③ 자동 수위관측기의 설치 현황을 보면 현재 전체 농업용 저수지의 약 1%미만이 설치되어 있으며, 농업기반공사 관할 저수지 3,312개소중 1,250개소에 자동 수위관측기를 설치할 계획인 것으로 나타났다.

2) 자동 수위관측기 개발

농업저수지 저수위 관측을 위한 저전력 수위 계측 센서 및 양방향 제어기를 개발하고, 저수위 관리를 위한 송수신 시스템을 구성하는 것으로 목적으로 수행되었다.

① 농업용 저수지 수위 관측을 위하여 저전력 소모의 수위 계측 센서 및 제어기를 개발하였으며, 현장 시험 결과 기존 관측기 전력 소모량의 약 1/3 정도의 전력을 소모하며, 안정적인 자료를 수집할 수 있는 것으로 나타났다.

② 개발된 수위계측 양방향 제어기는 저전력 기능 이외에도 자체진단 및 복구기능, 다양한 데이터 전송방식, Data logging 기능 등을 갖추고 있어 농업용 저수지의 수위관측에 효율적일 것으로 나타났다.

③ 자동 수위관측기의 현장운영을 위하여 사용 CDMA 통신망을 이용한 자료 송신 시스템을 구성하였으며, 휴대전화 혹은 인터넷으로 문자메시지를 이용한 센서의 계측 상황 파악 및 센서 설정을 제어할 수 있도록 개발하였다.

④ 개발된 통합시스템은 취수탑과 같은 구조물이 있는 경우이외에도 다양한 현장 상황에 따라 설치할 수 있도록 일체형과 분리형의 시스템이 가능하도록 구성되어 있고, 기존의 계측기와 호환성이 있도록 구성되어 있다.

⑤ 제어기의 관리 및 운영을 위한 소프트웨어는 계측기를 구성하는 전원, 통신 및 계측시설을 현장과 중앙관리실 양방향에서 관리할 수 있도록 제어알고리즘을 개발하였다.

3) 자동 수위관측기의 현장시험

개발된 자동 수위관측기의 성능을 평가하고자 현장시험을 실시하였고, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 자동 수위관측기의 현장시험은 경기도의 이동지구, 반월지구, 용설지구에 대해 설치 및 운영을 실시하였다. 이동지구는 이동저수지와 상류지역의 용덕, 미산, 노곡 저수지의 총 4개의 저수지에 설치하였고, 반월지구와 용설지구는 반월저수지와 용설저수지에 각각 1개씩 설치하였다. 취수탑형 저수지에 대해서는 초음파

식 4개소, 사통식 저수지는 압력식 2개소를 적용하였다.

② 저수지의 운영을 위하여 저수지 내용적 곡선은 내용적 측량을 통하여 구하였으며, 수위-내용적 관계자료가 없는 저수지에 적용할 수 있도록 저수지 수위-내용적 관계를 모의발생하여 제시하였다.

③ 시스템의 현장운영은 2003년과 2004년의 2개년동안 실시하였으며, 초기 시작기의 운영결과를 통하여 DATA TREND 의 이상발생시 프로그램을 보완하여 안정적인 자료가 얻어질 수 있도록 보완하였고 기존에 설치된 계측기와 비교를 통하여 성능시험을 실시한 결과 FS 0.25%이하여 우수한 성능을 보였다.

4) 저수위계측 관리프로그램 개발

개발된 자동 수위관측기의 저수위 자료의 유지관리와 물관리에 효율적으로 활용하기 위하여 저수위계측 관리프로그램을 개발하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 저수위계측 관리프로그램은 사용자의 편의를 위하여 GUI기반의 웹페이지를 서버컴퓨터에 구성하여 관리하도록 하였고, 웹을 통하여 현장에 설치된 관측기의 설정, 보고서 작성 및 정보제공기능을 갖도록 구성하였다.

② 개발된 저수위계측 관리프로그램을 사용자 및 관리자가 운영하는 데 필요한 사용자 지침서를 개발하였다. 이를 통해 사용자 및 관리자는 쉽게 저수위 관리 및 운영에 필요한 자료를 손쉽게 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

2. 연구개발 결과의 활용계획

① 특허등록(2004.5.6) 및 기술료계약(2004.7.15)을 기 완료하였으며 연구결과 실용화를 위한 현장설치사업(전국 농업저수지 1,250개 설치사업)을 추진중에 있음

② 농업저수지 자동 저수위계측 관리 프로그램을 국내 농업저수지 관리기관인 농업기반공사에 제공하여 일선 저수지 물관리에 활용토록 할 계획임

목 차

제 출 문 ·····
요 약 문 ·····

제1장 총론

제1절 연구의 배경 ····· 1
제2절 연구개발의 필요성 ····· 2
제3절 연구개발 목표 ····· 6
제4절 기대효과 및 활용방안 ····· 8
제5절 연구진 ····· 11

제2장 농업저수지 수위관측 현황

제1절 개요 ····· 13
1.1 수위의 계측 ····· 13
1.2 유량의 계측 ····· 19
제2절 저수위 관측현황 ····· 20
2.1 자동수위 관측 현황 ····· 20
2.2 자동 수위관측기 설치 및 유지관리 현황 ····· 23
제3절 자동 수위관측기 설치 예정지 ····· 25
3.1 농업저수지 시설현황 조사 ····· 25
3.2 자동수위계 설치 예정지 ····· 26

제3장 자동 수위관측기 개발

제1절 수위 계측 센서 및 제어기 ····· 33
1.1 저전력 수위 계측 센서 개발 ····· 33
1.2 저전력 수위계측 제어기 개발 ····· 38
제2절 전원 및 통신모듈 ····· 51
2.1 무선인터넷 데이터 전송방식 ····· 51
2.2 양방향 데이터 전송 ····· 54
2.3 전원용량 선정기준 ····· 56

제3절 자동 수위관측기의 개발 ····· 62
3.1 자동 수위관측기 시작기 ····· 62
3.2 소프트웨어 구성 ····· 65

제4장 현장 시험

제1절 대상지구의 선정 ····· 69
1.1 설치대상지 선정 ····· 69
1.2 교통 ····· 71
1.3 기상개황 ····· 72
1.4 시설현황 ····· 74
1.5 저수지 지구 수위-내용적 측량 ····· 75
제2절 자동 수위관측기 현장설치 ····· 91
2.1 이동저수지 ····· 91
2.2 용덕저수지 ····· 92
2.3 미산저수지 ····· 93
2.4 용설저수지 ····· 93
2.5 노곡저수지 ····· 94
2.6 반월저수지 ····· 95
제3절 시스템 현장 운영평가 ····· 96
3.1 기존 수위관측기와 개발된 자동 수위관측기 계측결과 비교 ····· 96

제5장 농업저수지 자동수위계측 운영프로그램

제1절 서론 ····· 101
1.1 필요성 ····· 101
1.2 목적 ····· 101
제2절 운영프로그램의 개발 ····· 102
2.1 프로그램의 설계 ····· 102
2.2 시스템 개발 소프트웨어 및 운영환경 ····· 107
2.3 운영프로그램의 주요기능 ····· 109
제3절 운영시스템 메뉴얼 ····· 115
3.1 계측지구현황 ····· 115
3.3 데이터검색 ····· 119
3.4 관측 DB ····· 120
3.5 시설물제원 ····· 121

제6장 종합결론 ····· 124

참고문헌 ····· 127

APPENDIX

A1. 자동수위계 설치대상 농업저수지 현황 ····· 131
A2. 농업저수지 자동 수위관측기 사용자 메뉴얼 ····· 169
A3. Source Code ····· 203
A4. 주요 측후소별 일조시간 3시간이하 연속 최대일수 ····· 243
A5. 저수지 수위-내용적 관계 ····· 299

<공백>

제1장 총론

제1절 연구의 배경

농업 생산품의 수량과 품질을 유지하기 위해서는 자연강우에 의한 빗물 이외에 부족한 물을 저수지나 양수장 같은 수리시설로부터 인위적으로 공급해 주는 관개(irrigation)가 필수적이다. 우리나라 전체 수자원이용에 있어서 농업부분은 가장 주요한 이용부분으로써 국내의 수자원 전체 수요량 331억㎥에서 약 48%인 158억㎥을 농업에 이용하고 있는데 외국 경우와 같이 하천유지용수를 제외하면 농업용수 이용이 전체의 61%에 달하고 있다.

국내 농업저수지는 전체 농업용수 공급의 약 60%에 달하는 많은 양을 담당하고 있으며 전국에 약 18,000개소가 과거 수 백년 전부터 축조되어 농업용수의 이수, 가뭄 및 홍수에 대한 치수 기능을 하는 등 주요 농업기반시설로써 그 역할을 하고 있다. 그러나, 근래에 전 세계적인 물부족 심화 현상과 함께 우리나라에도 빈번한 가뭄과 홍수에 따른 농업저수지의 과학적이고 효율적인 운영의 필요성이 절실해지고 있는 실정이다.

농업저수지의 본래의 기능인 농업용수 공급과 더불어 홍수예방을 수행하기 위해서는 저수지의 저수위와 그에 따른 저수량 자료를 정확히 계측하는 것이 필수적으로 선행되어야 하며 정확하고 신뢰성 있는 저수위 계측자료는 농업저수지의 시기별, 지역별 적정 조작, 운영에 기본이 되는 사항으로써 이를 토대로 저수량과 저수율을 파악하여 물관리의 판단자료로 활용된다.

국내 농업저수지의 규모별 저수위 관측 현황은 관개면적이 100ha 이상인 627개 농업저수지를 대상으로 조사한 보고서(농업기반공사, 1999)에 의하면 <표 1.1>에 나타낸 바와 같이 초음파식 혹은 부표식 등 수위계가 설치된 경우가 18개소로 전체의 3% 미만이며 단순히 수위표가 부착된 경우를 포함하면 20% 정도의 농업저수지에서 수위가 관측되고 있는 실정이다. 또한, 대부분의 경우 수위계가 설치되어 있지 않는 100ha 이하 1,000 개소의 농업저수지를 포함한다면 전체 농업저수지의 약 1% 정도에 대해 수위계에 의한 자동 저수위관측이 이루어지고 있는 실정이다.

<표 1.1> 농업저수지 규모별 수위계 현황

구 분			300ha이상	200~300ha	100~200ha	계
개소수			181 (29)	151 (24)	295 (47)	627 (100)
수혜면적(ha)			199,475 (72)	36,479 (13)	40,699 (15)	276,653 (100)
수위계	유	소계	67 (37)	32 (21)	34 (12)	133 (21)
		음파	1	-	-	1
		초음파	4	1	2	7
		부표식	10	-	-	10
		목자판	52	31	32	115
	무		114 (63)	119 (79)	261 (88)	494 (79)

주) ( ) : 백분율

제2절 연구개발의 필요성

농업저수지의 수위관측기 설치가 미비한 원인은 농업저수지의 저수위관측을 위한 자동관측 기술들이 외국 선진국 제품을 통해서 국내에 도입되고 일부 국내 개발되어 현장에 적용되고 있으나 시설설치비가 과다하고 제작사별 고유 모델로 개발되어 있어 다른 제품과는 운영체계가 상이하여 호환이 거의 불가능하고 시설의 유지관리에 있어서, 한가지 장비에 익숙하더라도 다른 장비의 조작이나 점검·정비가 매우 어려운 점이 주요 원인이라 할 수 있다.

이러한 어려움을 해결하기 위해서는 저수위 관측기의 가격을 저가로 하고 유지관리가 용이하며 관측자료의 신뢰성이 있는 보급형 농업저수지 자동 저수위관측기의 개발이 절실하다. 이를 위해서는 저수위관측을 위한 저전력 소모형 수위계측 센서와 제어기 개발, 부대설치와 관리가 용이한 green energy인 태양전원을 이용한 전원시설 개선 그리고 최근의 무선 데이터통신 기술을 활용한 통신시설의 안정적인 개선 등이 필요하다. 이를 실현하는 방법으로, 전체 시스템의 안정적인 통합을 고려하여 모듈별로 개발하고, 이를 결합한 통합시스템으로 개발하여 시스템의 안정성을 제고할 필요가 있고, 효율적인 저수위 관리를 위해서는 운영프로그램의 개발이 필요하다.

1.1 기술적 측면

농업저수지 관련 자료를 정기적이고 안정적으로 수집·관리하기 위한 시설인 농업저수지 자동 수위관측기는 저수지 수위계측기, 현장자료 및 통신기기로로 구성된다. 현재, 저수지 수위계는 국내·외 여러 제작사에 따라서 다양한 방식의 수위계측기가 제작·설치되어 있으나 대부분이 외국제품이며 계측기에 따른 적정 사용 및 유지관리 방안이 미비하여 신뢰성 있는 계측자료의 확보가 어렵고 주변 관련기기인 전원장치, 통신 및 자료처리장치와의 적정 호환이 고려되지 않는 등의 문제점을 가지고 있어 국내기술에 의한 개발이 필요하다.

저수지 수위 측정을 위해 개발된 수위계는 부표식, 압력식, 초음파식 등으로 크게 구분된다. 부표식이나 압력식 수위계에 비하여 공중 초음파식 수위계는 저수지의 상부에 설치하여 기준 위치에서 물 표면까지의 거리를 측정하여 저수지의 수위를 얻는 방식이기 때문에 복잡한 설치구조물이 필요 없게되어 설치비 경감 등의 경제적인 효과가 있고 유지 보수도 매우 용이하다. 이러한 공중 초음파식 수위계로 기 개발되어 시판되고 있는 제품들은 측정 거리가 길고 안정적인 측정을 위해서는 대부분 전력 소모가 많은 대용량의 제품들이 제작되고 있다.

(a) 저수지 취수탑 수위표

(b) 수위센서 및 계측처리기함

<그림 1.1> 저수지 수위계측 현황

이렇게 전력 소모가 많은 제품을 설치하기 위해서는 별도의 외부 전원이 필요하거나 대용량의 전원공급 장치가 구비되어야만 한다. 따라서 농업저수지 특성상 농촌지역에 산재해 있고 농촌지역의 전력사정이 상대적으로 열악한 어려움을 해결하고 경제성이 있는 저수위관측을 위해서는 저전력으로도 안정적인 수위측정이 가능한 초음파식 수위계의 개발이 필요하다.

저수위 측정시스템의 전원장치는 농업저수지가 대부분 지역적으로 오지에 산재되어 있는 관계로 측정시스템을 위한 별도의 전원선로공사를 가설해야 하며 이에 따른 별도의 공사비가 소요되며 또한 안정적인 양질의 전원공급을 위한 안정기 및 보호기의 부착이 필요로 하는 등의 어려움이 있는데 이를 해결하기 위해서는 부대장치가 상대적으로 단순하고 독립설치가 가능한 태양열을 이용한 태양발전 전원장치의 도입 검토가 필요하다.

관측시스템의 통신시설 또한 전력시설과 같이 유선일 경우 가설비와 부대시설비의 과다 소요가 발생하므로 최근 국내에서 급격히 보급되고 있는 무선통신망의 적용이 검토되어야 하며 이를 실용화하면 초기 설치비용이 상당히 절감될 수 있고 중앙통제실에서 저수지 상황을 즉시 파악할 수 있도록 정보 수집이 가능하고 패킷단위의 Data 전송으로 통신비를 절감함으로써 유지비용을 경감할 수 있으며 인터넷에 의한 정보 공유가 용이하게되는 등의 이점이 있으므로 국내 전문 기술에 의한 개발이 필요하다.

또한, 농업저수지의 수위측정 자료는 특성상 단시간 간격으로 관리소에서 수집・관리될 필요는 없지만 1일 1~2회 혹은 계측 값의 이상 발생 시 그리고 관리자가 필요할 때 양방향으로 정기적 혹은 수시로 수집, 관리될 수 있어야 하며 측정 저수위 값을 토대로 하여 각각의 저수지별 저수량과 저수율 산정기능, 관측자료 관리(모니터링, 보고서) 및 이상진단(알람) 기능 그리고 통신모듈 및 하드웨어와 운영 프로그램간 인터페이스 및 저수지 관리자 및 사용자 운영 프로그램의 개발을 통하여 현장 농업저수지의 체계적인 관리를 도모할 필요가 있다.

1.2 경제·산업적 측면

우리나라에서 최대 물이용 부분인 농업용수에서 주된 수리시설인 농업저수지는 전국적으로 18,000 개소에 이르며 전체 농업용수 이용의 약 60%를 담당하고 있는데, 현대적인 관리시설인 저수위 관측기가 설치되어 있지 않고 관리자가 육안으로 수위표를 읽어 관리하고 있는 실정에 있다. 이로 인하여 최근 자주 발생하는 가뭄과 홍수에 신속하고 적절하게 대처하기가 어려울 뿐만 아니라 향후 물부족 국가로 예견되고 있는 우리나라의 저수지 수자원의 효율적 관리에 어려움이 있다.

이러한 홍수와 가뭄 등의 자연재해와 향후 물부족에 대비한 수자원 확보에 매년 막대한 예산이 소요되고 있으므로 농업저수지에 대해 효율적인 관리를 위한 기반시설인 자동저수위관측시스템을 설치함으로써 국가 예산의 상당부분을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 수위관측기의 이러한 절대적인 효과에도 불구하고 현장에 광범위하게 보급되고있지 않는 것은 계측기가 대부분 외국 수입제품이거나 가격이 비싸며 설치시 저수지 전체 공사에 따라 일괄 설치되는 경우가 많거나 저수지마다 다른 기종의 관측장치가 설치되는 등으로 하여 저수지 완공후 관측시설의 사후관리 및 유지관리에 어려움이 있는 것이 주요 원인이다.

따라서 국내개발을 통하여 저수위센서, Data Logger, 전원 및 통신시설을 포함한 전체 시스템을 현재 가격의 1/3 정도인 700만원 이하 수준으로 개발할 경우 수입대체 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 국내 수위관측 기술향상에 큰 역할을 할 것이며 전국 현장에 설치될 경우 국가 예산의 상당부분을 절감하게될 것이다.

<표 1.2> 기존 자동 저수위관측기 가격

항 목	규 격	단가(원)	비 고
계		20,000,000	
저수지 저수위센서(초음파)	계측거리 15m 이상	3,500,000	외국 수입 제품
통신시설(선로 가설비포함)	Data Logger, 유선모뎀 통신선로	7,000,000	국내 판매 제품
전원장치 (서지시설 포함)	전원 및 서지프로텍터	6,500,000	국내 판매 제품
보호함 및 현장 설치		3,000,000	

제3절 연구개발 목표

3.1 기술개발의 최종목표

(가) 저전력 보급형 저수위계측센서 및 제어기 개발

(나) 효율적인 저수지관리를 저수위 관측자료 관리 운영 프로그램 개발

(다) 체계적이고 신뢰성있는 관측 관리를 위한 농업저수위관측 메뉴얼 제시

3.2 기술개발 내용

(가) 저가의 저전력 보급형 저수위관측기의 모듈화 개발

○ Sleep Mode 운전기능, 단일 마이크로프로세서 및 계측센서 구조개선, 보완 등을 통한 저전력 초음파 수위센서 및 수위계측 제어기를 개발하여 저가의 보급형 농업저수위 관측기 개발

○ 수위계, Controller, 무선통신을 모듈화 개발하고 전체 제어기에 적정 통합하여 관측시스템의 제품가격을 낮추고 기기의 유지관리가 용이하도록 개발

○ 저수위관측기에 적정한 전원 범위 분석을 통한 수위관측 전원공급용 태양전지 모듈을 제시하고 무선통신망을 이용한 관측저수위 데이터 수집기능의 무선통신 모듈을 자동수위관측기에 적용

(나) 농업저수지 자동 저수위관측시스템 운영프로그램 개발

○ 농업저수지 기존 관측방식조사 및 관측대상시설의 관측환경조사를 통해서 적정관측기 적용방안 제시

○ 측정 저수위 자료로부터 저수지의 저수량 및 저수율 산정, 관측자료 관리 및 이상진단기능, 통신모듈 및 하드웨어와 운영 프로그램간 인터페이스 기능에 대한 알고리즘 및 프로그램 개발

(다) 자동 저수위관측기 설치, 시험운영 및 사용자 메뉴얼 작성

○ 설치 대상지구선정, 시험설치 및 현장 기능성 및 안정성 분석

○ 자동 저수위관측기 초기 설치 및 운영 유지관리에 관한 메뉴얼 작성

2.3 연차별 연구개발 목표와 내용

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2002년)	○저전력 저수위 관측기 시작기 개발	○ 저전력 저가격 수위계측센서 개발 - 저전력 수위센서 구조 설계 및 제작 - 전원 및 통신 모듈 설계 및 제작 ○ 저전력 수위계측 제어기 개발 - Sleep Mode 운전에 의한 저전력 제어기 하드웨어 및 소프트웨어 설계 및 제작
	○개발 시작기 현장설치 및 현장시험 결과분석	○ 현장설치 - 설치대상지 저수지 조사 및 선정 - 현장 계측기 및 부대시설 설치 ○ 현장시험 - 계측정도 및 계측범위 시험 - 전원모듈 및 통신모듈 기능성 시험 - 운용 및 유지관리상의 문제점 파악
	○저수위 관측환경 조사 및 운영프로그램 개발	○ 저수위 관측환경 조사 - 저수위 관측 대상 시설 조사 - 기존 계측기 방식 및 특성 조사 ○ 측정자료 적정관리 프로그램 개발 - 통신모듈과 운영프로그램 인터페이스개발 - 자료관리 및 사용자 환경 알고리즘 개발
2차 년도 (2003년)	○보완 시작기 개발	○ 1차 시작기 보완 개발 - 수위계측 시작기 보완설계 및 제작 - 전원 및 통신 시작기 보완설계 및 제작 ○ 통합시스템 시작기 보완 개발 - 개별 모듈의 보완설계 및 제작 - 각 모듈의 전체 시스템 보완 설계 및 제작
	○현장설치 및 시험운영	○ 현장설치 - 현장설치 및 시험운영 - 관리인 조작 및 유지관리 시험 ○ 현장운영 - 계측기 안정성 및 정확성 평가 - 전원작동 및 통신 기능 평가
	○저수위 관측환경 조사 및 운영프로그램 개발	○ 측정자료 적정관리 프로그램 개발 - 자료관리 및 이상진단 프로그램 개발 - 사용자 환경 프로그램 개발 ○ 운영프로그램 적용성 평가 - 시험지구 현장시험 및 적용성 검토 - 자동관측시스템의 효과 비교 분석
	○종합보고서 및 메뉴얼 작성	○ 연구 종합보고서 작성 ○ 관련 메뉴얼 작성 - 자동 관측기 설치 및 유지관리메뉴얼 작성

제4절 기대효과 및 활용방안

4.1 기대효과

가. 기술적 측면

1) 농업저수지의 효율적인 관리를 위한 기반기술 발전에 기여

○ 농업저수지의 효율적인 관리를 위해서는 저수지의 저수위와 그에 따른 저수량 자료를 정확히 계측하는 것이 필수적으로 선행되어야 하며 자동 저수위 관측시스템 개발을 통하여 저수위 계측기술 발전에 기여

○ 농업용수의 수문량에 대한 계측기술과 더불어 각종 수문자료의 신뢰성있고 체계적인 자료관리를 통해서 농업저수지 관련 물관리, 조작운영 및 수문자료의 정량화 기술발전에 크게 기여

2) 농업용수 물관리 및 이상 홍수와 가뭄대처 기술발전에 기여

○ 신뢰성있고 체계적인 저수지 수위 계측자료의 구축과 제공을 통해서 저수지 물수지 분석, 저수지 적정운영 및 연계운영 등의 최신 저수지 운영기술 개발과 농업 수자원 및 물관리 정책을 위한 기초자료 제공이 가능함으로써 이 분야의 발전 계기를 제공

○ 자동 저수위관측시스템을 통해서 정기적으로 실시간의 수자원량을 계측, 분석함으로써 기상이변에 따른 홍수와 가뭄에 체계적이고 신속히 대처할 수 있는 자료를 제공함으로써 농업수자원 이·치수 관리 기술 발전에 기여

나. 경제 · 산업적 측면

1) 관련산업 활성화 및 수입대체 효과

전국 18,000 개소의 농업저수지에 자동 저수위관측기를 설치 도입으로 농업용수 관리 효율화와 더불어 계측관련 제조업의 활성화가 기대되며 또한 저수지 유입하천, 양배수장 및 용·배수로에도 확대 적용될 경우 경제, 산업적인 효과가 막대하며 외국제품 수입 대체효과 또한 클 것으로 기대 (전체 농업저수지에 적용될 경우 2,300억 절감)

2) 에너지 사용량 절감 효과

관측기의 전원으로써 태양전원을 사용하며 저전력 관측시스템이므로 초기 전기인입 비용 및 운용에 드는 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라 건설에 따른 주변 환경파괴의 위험도 없으며 별도의 에너지가 필요하지 않으므로 자연친화적 에너지로써의 효과가 클 것으로 기대

3) 신뢰성 있고 체계적인 저수지관리를 통한 홍수 가뭄에 적정 대처 효과

관행의 인력에 의한 저수지 관리에서 정밀계측기에 의한 신뢰성 있는 저수지 관리를 통해서 빈번한 이상홍수와 가뭄에 신속히 대처 할 수 있는 등 농촌지역의 홍수, 가뭄재해 예방효과가 클 것으로 기대

4) 저수지관리 및 물관리 노동력 절감 효과

기존의 저수지 관리자가 육안으로 관측하는 방식에서 정밀계측기에 의한 자동 원격계측이므로 관리자의 노동력을 줄일 수 있으며 적정 저수지관리가 가능하게 되므로 농업용수의 절약효과가 클 것으로 기대

4.2 활용방안

1) 전국 농업저수지에 설치하여 효율적인 농업용수 관리 실현

개발 후 주관연구기관인 농업기반공사가 관리하고있는 전국 주요 농업저수지에 실용화 되도록 하고 이후 전국 1농업저수지에 개발제품 및 기술이 확대 적용되도록 하여 농업저수지의 원활한 용수공급 및 수리시설물 보호를 위해 활용

2) 농업저수지 저수위 및 운영 현황자료의 제공

농업저수지 자동 저수위관측시스템의 운영으로 저수지 관리자, 농업인 및 농촌지역 주민이 필요에 따라서 실시간으로 저수지 현황자료를 인터넷 등을 이용해서 정보제공에 활용

3) 저전력 수위관측기 개발기술을 용·배수로 및 양·배수장 수위관측에 활용

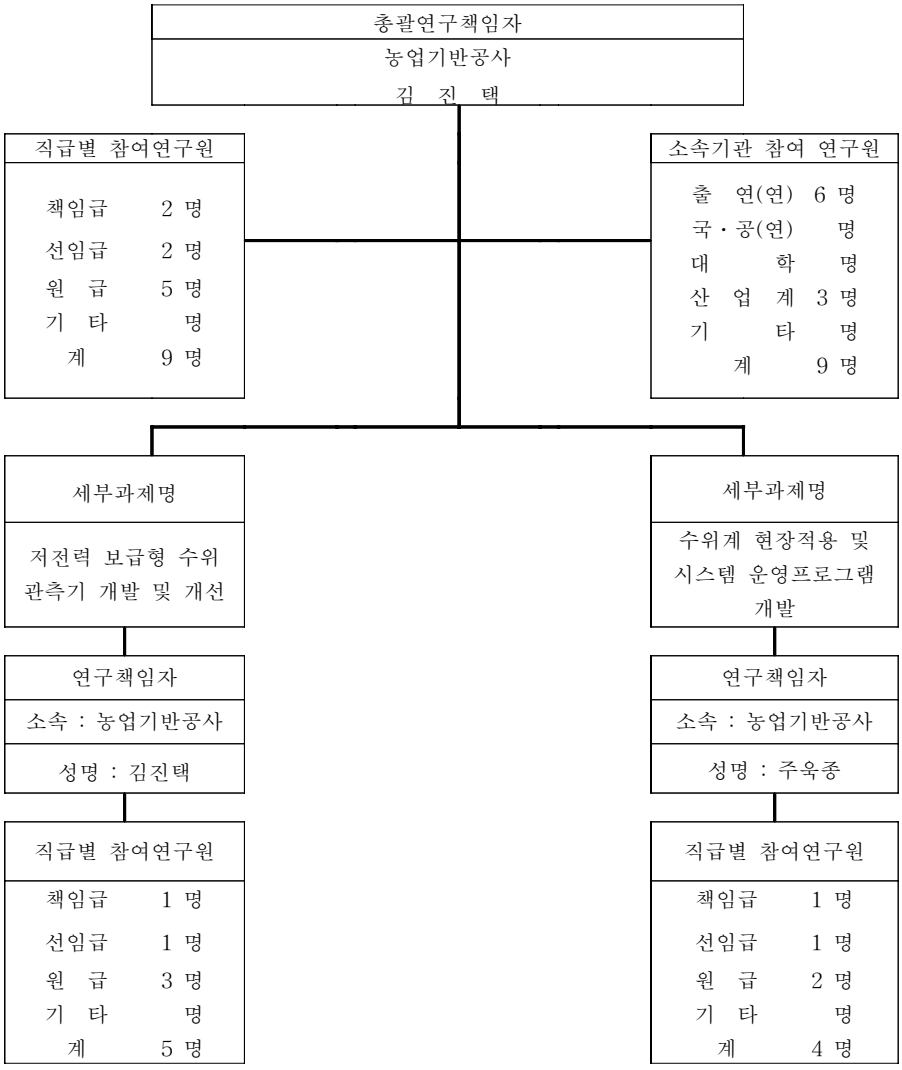
저가 저전력 저수지관측기 개발 기술을 관련 분야인 농업저수지 유입하천 수위계측, 용・배수로 수위계측 및 양・배수장 수위계측에 저가 보급형으로 개발하는 데 활용

4) 실시간 원격 저수지 자료관리를 통한 홍수 및 가뭄대책에 활용

자동관측 저수위자료를 실시간 전국 기상자료와 병행 운영할 경우 빈번한 이상홍수와 가뭄에 체계적이고 신속히 대처하는데 활용

제5절 연구진

1. 연구원 편성표



<공백>

제2장 농업저수지 수위관측 현황

제1절 개요

1.1 수위의 계측

기존 수위계측기의 수위측정센서는 부표식(float type), 기포식(bubble type), 수압식(water pressure type), 초음파식(ultrasonic type), 음파식(sonic type) 등이 있으며 이들의 방식별 특성은 다음과 같다.

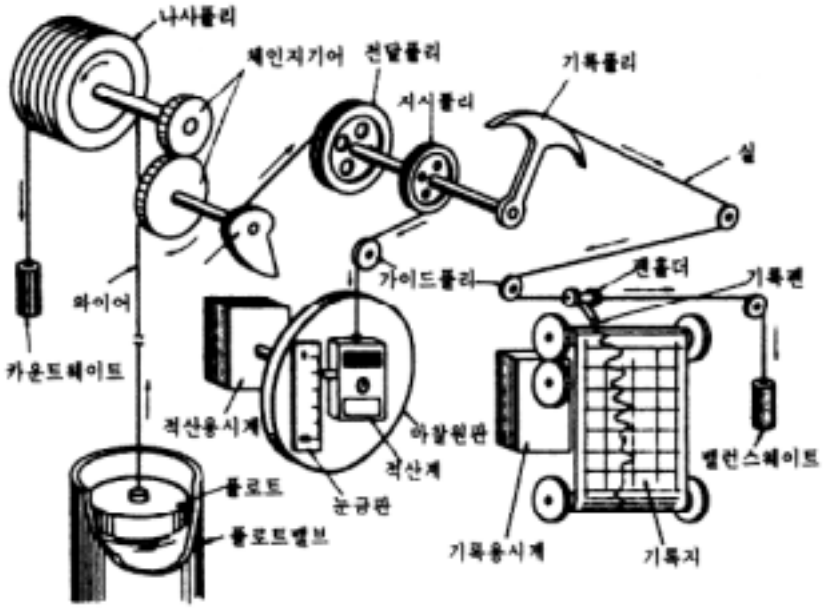
가. 부표식 수위계

웨어나 플륨 등으로부터 관을 통해 접속된 수위검출조(gage well)에 떠있는 부표(플로트)의 이동량을 주로 기계적으로 전달, 적산기구로 전하는 방식의 수위계를 말한다. 전달 및 적산 기구에 따라 여러가지 방식이 있지만 대표적인 것으로 무게추(counter weight)식이며 이 방식은 중추에 따라 균형을 유지하면서 상하 운동을 하는 플로트의 이동량을 와이어를 끼워 풀리를 회전시키고 이 회전량을 캠풀리에 의하여 유량지시가 직선적으로 되도록 변환하는 것에 따라 순간 유량 및 적산 유량을 나타내는 방식이다. 부표식 수위계의 일반적인 구성은 <그림 2.1>에 나타낸 바와 같다.

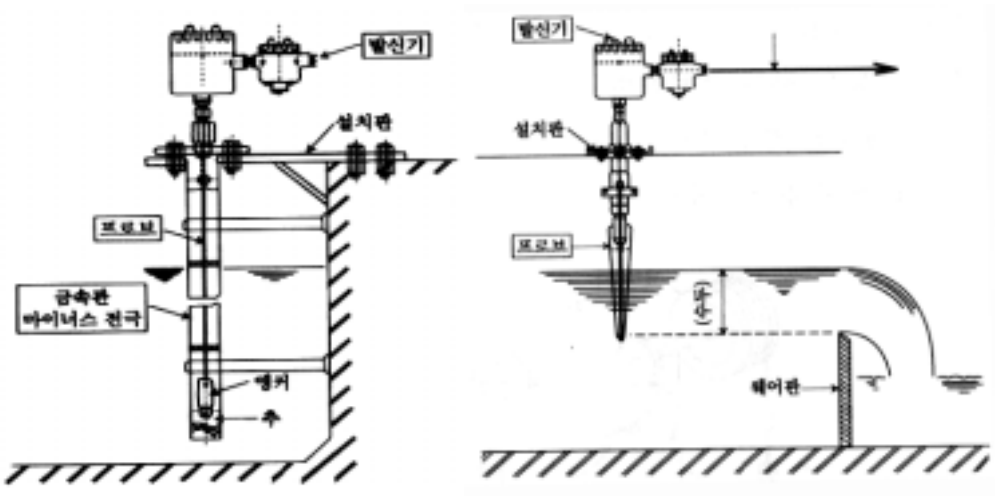
나. 정전용량식

개수로에서의 설치는 일반적으로 막대기 모양의 프로브(+전극)와 파도가 있는 수면의 영향을 피하기 위한 방파관(－전극)을 설치하고 수위에 비례하는 전극 사이의 정전용량의 변화를 검출하여 수위를 측정하는 방식의 수위계이다. 이 방식은 프로브와 방파관의 전극사이에 콘덴서가 형성되고 전극사이에 가득 찬 유체와 그 레벨에 비례하여 변화하는 콘덴서의 정전용량을 검출하여 이 정전용량을 직류 전류로 변환시켜 전기신호로 검출하는 원리이다.

정전용량식에는 일반적인 레벨측정용 프로브를 이용한 수위비례 출력형과 웨어 등의 유량에 비례하는 출력이 얻어지도록 특수한 형태를 가진 프로브를 사용하는 함수출력형이 있다. 정정용량식 수위계의 두가지 종류에 대한 개략적인 구성도는 <그림 2.2>에 나타내고 있다.



<그림 2.1> 부표식 수위계의 구성



(a) 수위비례 출력형 (b) 함수 출력형

<그림 2.2> 정전용량식 수위계

다. 압력식 수위계

압력식 수위계의 검출기에는 투입압력식, 공기압식, 소형압력센서식이 있다.

1) 투입압력식

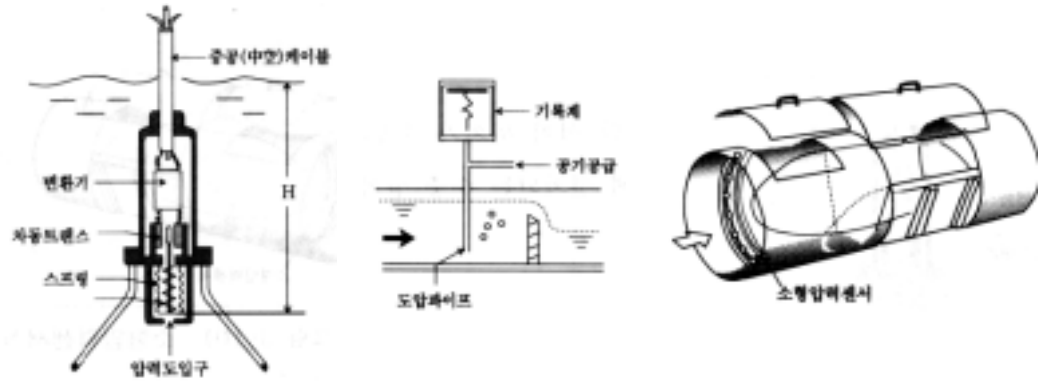
수위의 변화를 수압의 변화로 검출하여 수위를 측정하는 방식의 수위계이다. 이 방식은 웨어 등의 상류측 수로내 또는 수위검출조에 압력 검출기를 설치하고 수두에 따른 수압을 받아 신축하는 벨로우즈 및 코일, 스프링 등의 변화량을 전기 신호로 변환, 우량식에 근거하여 유량을 계산하는 원리이며, <그림 2.3>(a)와 같이 구성된다.

2) 공기압식

수위의 변화를 공기압의 변화로 변환하여 수위를 측정하는 방식의 수위계이다. 이 방식은 웨어 등의 상류측 수로내에 도압관을 삽입하고 최대 유량의 수두에 해당하는 공기압을 연속적으로 보내주면 수위변화에 대하여 그 수두와 같아지게 될 때까지 공기압이 변화하므로 도압관과 연결되어 있는 공기압을 기록계 등으로 기록하여 유량을 측정하는 원리이며, <그림 2.3>(b)와 같이 구성된다.

3) 소형압력센서식

수위의 변화를 수압의 변화로 검출하여 수위를 측정하는 방식의 수위계이다. 이 방식은 소형 수압다이어프램에서 수압을 검출하고 이 압력변화를 수위로 변환하는 원리이며, <그림 2.3>(c)와 같이 구성된다.

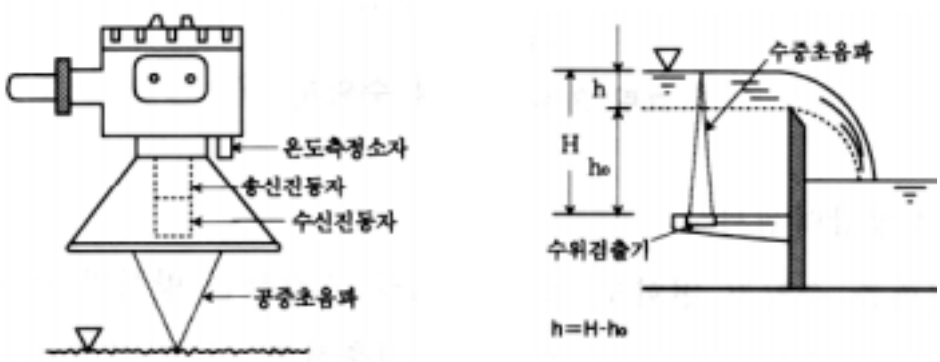


(a) 투입압력식 (b) 공기압식 (c) 소형압력식

<그림 2.3> 압력식 센서의 종류

라. 초음파식 수위계

초음파가 공기중을 매초 약 340m의 속도로 전파하는 것을 이용하여 검출기에서 발사한 초음파 펄스가 측정대상에 반사되어 돌아오기까지의 시간을 측정하여 수위를 측정하는 방식의 수위계이다. 이 방식은 검출기와 변환기로 구성되고 검출기는 초음파를 발사하는 송신부와 반사파를 수신하는 수신부로 구성되어 있으며, 또 초음파의 전파속도가 온도에 따라 변화하기 때문에 이를 보상하기 위한 온도센서가 들어 있다. 검출기에는 가동부가 없고 유체에 비접촉으로 측정하기 때문에 오염된 물이나 부식성이 있는 액면의 수위 측정에도 사용 가능하다. 초음파식 수위계의 공중초음파식과 수중초음파 방식의 구성은 <그림 2.4>에 나타낸 바와 같다.



(a) 공중초음파 방식 (b) 수중초음파 방식

<그림 2.4> 초음파식 수위계

<표2.1> 수위계 종류 및 특징

방 식	측 정 주 식	압 력 식	정 전 용 량 식
개 요	측정주에 leader switch가 1cm마다 배열되어 있고, 수위의 차이에 따라 float 부의 영구자석에 의해, 그 위치는 switch에 감지되어 수위 신호를 출력	액중의 밑바닥에 검출기를 설치하여 액주압을 측정	수위변화에 의한 정전용량의 변화를 전기적으로 검출해 수위를 측정
측정범위 (span)	0~30m	0~30m	0~5m
정밀도 (검출기)	±1.0cm	±0.1%	±0.5%
출력신호	BCD부호	DC4~2mA	DC4~20mA
재 질	측정주 경질염 float 외장: 철 float 내부:발포스치로오르	SUS	전극 SUS teflon코팅
전 원	DC 12V	AC100V 또는 DC12V	AC100V 또는 DC24V
특 징	· 하천, 댐, 수로 · 정밀도가 높다. · 측수부가 필요하지 않고, 설치가 쉬움 · 협소한 공간에서 설치 가능 · Telemeter 장치와의 접속이 쉬움 · 구조가 복잡 · 다심수의 cable이 필요	· 피접촉재의 밀도에 영향을 받음 · 조정지, 수조 · 기구가 간단 · 유속의 영향을 받기 때문에 수로에는 부적합	· 수로, 수조 · 설치가 쉬움 · 설치가 어려운 곳의 계측에 적당
구입가격	중 가	중 가	저 가
유지보수 비용	낮 다	낮 다	낮 다
설 치 용 이 도	어려움	간단함	간단함
비 고	· option으로서 기록기(디지털·아날로그기록기)가 있음 · 일반적으로 2m, 3m, 3.5m,…등 여러 종류가 있음	· 검출기가 오니등에 매설 되지 않게 설치	· 측정을 Linear로 하기 위하여 Earth 전극 관을 고려 한다.

<표2.1> 수위계 종류 및 특징(계속)

방 식	부표(float)식	초음파식
개 요	지시계와 조합시켜 synchro를 사용한 것이고, float의 움직임을 pulley의 회전각으로 변환해 이것에 synchro발신기를 결합해 수면의 위치신호를 발신	초음파가 공기중을 매초 약 340m의 속도로 전파하는 것을 이용하여 검출기에서 발사한 초음파 펄스가 측정대상에 반사되어 돌아오기까지의 시간을 측정하여 수위를 측정
측정범위 (span)	0~15m	0.2~20m
정밀도 (검출기)	±1.5%	±1%
출력신호	synchro	DC4~20mA
재 질	float : PVC SUS rope : SUS teflon코팅 weight : SS41	
전 원	AC 100V 또는 AC 200V	DC 12V
특 징	· 하천, 댐, 수로, 수조 · 구조가 간단 · 내압이 높고 견고 · telemeter장치와 연결이 어려움 * 일반적으로 S/D(synchro/digital) 또는S/A(synchro/analog)변환기가 필요 * 영조기가 필요	· 비접촉 · 피측정체의 점도,밀도의 영향이 없음 · 액체, 분체,입체 모두 측정 가능 · 가동부가 없음 · 센서부에 분진, 물이 부착되면 오차발생 · 측정액면에 기포가 있으면 오차의 원인이 됨
구입가격	중 가	고 가
유지보수 비용	낮 다	보 통
설 치 용 이 도	간단함	어려움
비 고	· 측수부가 필요 · telemeter입력시는 아날로그 또는 무전압접점신호에 변환이 필요	· 벽면반사가 없는 장소에 설치한다.

1.2 유량의 계측

유량의 계측은 개수로에서의 유량계측과 관수로에서의 유량계측으로 구분되며 각각의 경우에 따라 적합한 유량 계측기를 선정하여야 한다. 개수로 유량계의 경우 파샬플룸이나 광정웨어 등의 인공수로를 사용하는 방식과 수위(H) 유량(Q) 환산방식, 초음파 유량계 방식 등이 있다.

가. 저수지에서의 유량측정

1) 수위-내용적 환산방식

일반적으로 저수지의 저수량을 측정하는데 사용되는 방식이다. 저수지에서의 내용적 측량에 의하여 수위-내용적곡선을 구하고 이 관계식에 의하여 수위자료로부터 저수량을 구하는 방식이다.

나. 하천에서의 유량측정

1) 인공수로방식

파샬플룸, 광정웨어 등의 계측구조물(check structure)이 시공되어 있는 경우에 이를 이용하여 수위를 계측하여 인공수로 제원에 따라 유량을 산정하는 방식이다.

2) 수위-유량 환산방식

일반 자연형 개수로에서 사용되는 방식으로 수로의 수위(H)와 그 단면의 유속을 계측하여 유량(Q)을 환산하고 수위(H) 유량(Q) 관계식을 작성하여 수위로부터 유량을 구하는 방식

3) 초음파 유량계

초음파등을 이용하여 수로 단면의 수위와 유속을 계측하고 단면적으로부터 유량을 산출한다. 관수로 유량계의 경우 전자식, 초음파식, 임펠러식 등이 있으며 측정범위가 넓은 경우 (유속 0~10m/s)는 전자식 혹은 초음파식을 선정하고 임펠러식의 경우는 측정범위가 좁다. 정밀도에 있어서는 전자식과 초음파식이 임펠러식 보다 높고 설치비의 경우는 전자식의 경우 관경이 커짐에 따라 설치비가 크게 증가한다.

제2절 저수위 관측현황

자동 수위 관측시설을 효과적으로 활용하기 위해서는 전 절에서 살펴본 바와 같이 단일화된 관리체제를 가지는 것이 필요하며, 저수위라는 항목의 중요성에 비추어 안정적인 자료의 확보를 위해 유지관리 체제의 확립, 전기・통신・계측 부분이 통합된 시스템으로 구성되는 것이 적합할 것으로 판단된다.

본 절에서는 국내 저수지를 대상으로 저수위 관측현황을 조사하고, 유지관리 현황을 분석하였다.

2.1 자동수위 관측 현황

지난 수십년간 농업용수의 개발 및 농업기반의 확충에 괄목할 만한 성과를 이룩하여 안정된 농업생산기반을 마련하여 왔으나, 농업용수의 관리개선 노력은 미흡하여 관리시설에 대한 체계적인 개발과 보급은 이제 시작단계에 있다. 이들 자동화시스템의 일환으로 저수지의 수위를 관측하는 것이 기본으로 포함되어 있으며 물관리 자동화시스템을 통해 자동수위 관측에 대한 기술이 발전하였다.

우리나라에서 실시된 물관리 자동화 사업중 자동수위계 시설이 설치된 사례는 <표 2.2> 및 <표 2.3> 에 나타내고 있다. 자동화 시설은 저수지 및 양수장 시설을 대상으로 실시되었으며 이중 저수지를 대상으로 하는 지구는 저수위를 모니터링 하기 위해 주로 압력식, 음파식 및 초음파식 센서를 설치하고 있다. 이들 중 대부분은 국내기술로 개발된 제품을 사용하고 있지만, 설치형식은 도파관, 거치대, 정수통, 투입관 등의 보조시설을 필요로 하고, 전원도 한전, 태양광을 사용하고 있는 등 각각 다른 형태의 사양을 가지고 있는 실정이다.

이러한 자동화 시설은 설계나 설치는 비교적 간단하지만 원활한 동작 및 안정적인 운영결과를 얻기 위해서는 지속적인 유지관리가 필요한 상황이다. <표 2.4>에서와 같이 지금까지 설치된 자동수위계의 A/S는 설치후 거의 없는 것으로 나타났고, 유지관리가 실시되더라도 설치시 고가의 비용이 요구되는 점 및 통신장비 이상, 전원시설 이상으로 통합시스템의 구성으로 인한 각 구성요소들이 제기능을 발휘하지 못하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 2.2> 자동수위계 시설 및 공사 개요

저수지명	관리기관	형 식	설치년도(경과년)	시설회사(국내/국외)	공사형태	제품명	수위표	내용적
용당	충주	음파식	2002(1년)	창민(국내)	개보수공사	음파식(18m)	유	유
추평	〃	〃	2002(1년)	창민(국내)	개보수공사	음파식(24m)	유	유
송강	〃	〃	2001(2년)	창민(국내)	개보수공사	음파식(40m)	유	유
덕가	상주	초음파식	1996(7년)	광명(국내)	TM/TC공사	초음파식(영국제)	유	무
하동	하동	부표식	1994(2년)	한일(국내)	댐공사	음파식(40m)	유	유
		초음파식	2001(2년)	LG(국내)	개보수공사	음파식(40m)	유	유
용포	〃	압력식	2001(2년)	LG(국내)	TM/TC공사	압력식(40m)	유	유
서포	〃	〃	2001(2년)	LG(국내)	TM/TC공사	압력식(40m)	유	유
이동	평택	초음파식	2000(3년)	신창(국내)	개보수공사	초음파식(분리식)	유	유
		초음파식	1996(2년)	신창(국내)	시험연구사업	초음파식(분리식)	유	유
용덕	〃	초음파식	2000(3년)	신창(국내)	시험연구사업	초음파식(분리식)	유	유
미산	안성	압력식	2000(3년)	신창(국내)	시험연구사업	압력식(35m)	유	유

<표 2.3> 자동수위계 시설 및 설치 현황

저수지명	관리기관	형 식	보조시설	전원시설	통신시설	원격관리	설치 특징
용당	충주	음파식	도파관	한전	RTU	TM/TC	사통부에 도파관 설치
추평	〃	〃	도파관	한전	RTU	TM/TC	사통부에 도파관 설치
송강	〃	〃	도파관	한전	RTU	TM/TC	사통부에 도파관 설치
덕가	상주	초음파식	센서거치대	한전	RTU	TM/TC	저수지내 센서 거치대 별도 설치
하동	하동	부표식	정수통	한전	RTU	TM/TC	취수탑내에 설치
		초음파식	센서부착대	한전	RTU	TM/TC	취수탑에 설치
용포	〃	압력식	센서투입관	한전	RTU	TM/TC	사통부에 센서투입관 설치
서포	〃	〃	센서투입관	한전	RTU	TM/TC	사통부에 센서투입관 설치
이동	평택	초음파식	센서부착대	한전	무	현장조작	취수탑에 설치
		초음파식	센서부착대	태양전원	무	무	데이터로거 부착
용덕	〃	초음파식	센서부착대	태양전원	무	무	데이터로거 부착
미산	안성	압력식	센서투입관	태양전원	무	무	데이터로거 부착

<표 2.4> 자동수위계 유지관리 현황

저수지명	관리기관	형 식	시공회사 존재여부	계기검증	A/S유무 (회수)	A/S비용 (재원)	유지관리 특징
용당	충주	음파식	존재	년 1회	없음(0회)	없음	고가의 설치비 유지관리 문제없음
추평	〃	〃	존재	년 1회	없음(0회)	없음	〃
송강	〃	〃	존재	년 1회	없음(0회)	없음	〃
덕가	상주	초음파식	존재	없음	있음(1회)	300만원 (자체)	태풍에 의해 센서거치대 파손
하동	하동	부표식	존재	년 1회	없음(0회)	없음	계기 이상으로 미사용
		초음파식	없음	년 1회	없음(0회)	없음	부표식수위계 대용으로 사용중
용포	〃	압력식	없음	년 1회	없음(0회)	없음	통신장비 이상으로 미사용
서포	〃	〃	없음	년 1회	없음(0회)	없음	통신장비 이상으로 미사용
이동	평택	초음파식		없음	없음(0회)	없음	계기 이상으로 미사용
		초음파식	존재	수시	없음(0회)	없음	측정자료 및 이력사항 보유
용덕	〃	초음파식	존재	수시	있음(1회)	30만원 (연구비)	전원시설(태양전지 및 레귤레이터)보수
미산	안성	압력식	존재	수시	없음(0회)	없음	측정자료 및 이력사항 보유

2.2 자동 수위관측기 설치 및 유지관리 현황

설치 대상지는 계측의 신뢰성 검정을 위하여 수위계 시설이 있는 저수지를 대상으로 조사하였는데 최근 자동 저수지수위계가 설치된 전국의 10개 저수지를 조사한 결과 시설개요, 설치현황 및 유지관리 현황은 <그림 2.5>~<그림 2.10>과 같다

<그림 2,5> 송강저수지 음파식수위계

<그림 2.6> 용포조절지 압력식수위계

<그림 2.7> 하사저수지 취수탑 전경

<그림 2.8> 하사저수지 초음파수위계

<그림 2.9> 덕가저수지 초음파수위계

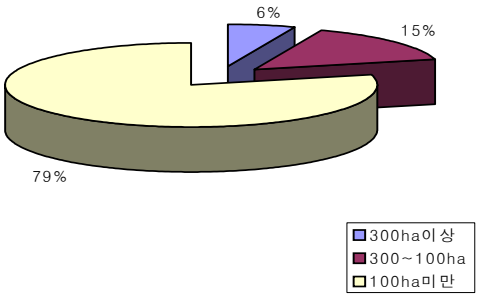
<그림 2.10> 덕가저수지 현장자료수집

제3절 자동 수위관측기 설치 대상

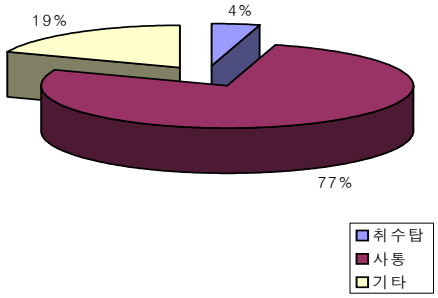
3.1 농업저수지 시설현황 조사

우리나라의 농업용 저수지는 전국 17,820개소로서 전체 농업용수 공급량의 약 60%를 담당하고 있으나, 자동수위계측기 부착은 전체의 약 1%미만으로 자동 수위관측기의 설치에 의한 체계적인 저수위 관리가 필요한 실정에 있다.

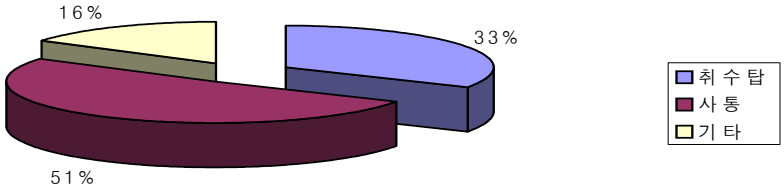
농업저수지의 시설물 현황을 조사하기 위해 우리나라의 농업용 저수지 중 농업기반공사 관할 저수지 3,312개소에 대해 조사하였다. 조사대상 저수지에 대하여 관개면적, 취수시설에 따른 조사결과를 분석한 내용은 <그림 2.11>~<그림 2.13>에 나타난 바와 같다. 농업기반공사 관할 농업용 저수지는 약 79%가 100ha 미만의 관개면적을 가지고 있는 저수지로 나타났으며, 취수시설로는 취수탑형식이 4%, 사통형식이 77%로 대부분 사통형식의 취수시설을 가지고 있다. 반면 취수탑형식의 경우 관개면적이 전체 관개면적의 33%를 차지하고 있는 것으로 나타나 관개면적이 큰 대형 저수지에서는 취수탑형식을 많이 채용하고 있는 것으로 나고 있으며 최근 축조되는 저수지는 전체가 취수탑형식을 채택하고 있다.



<그림 2.11> 저수지별 관개면적 분포



<그림 2.12> 저수지별 취수시설 분포



<그림 2.13> 취수시설에 따른 관개면적

3.2 자동수위계 설치 계획

가. 자동수위계 설치 대상지

현장에서 저수지 수위를 실시간으로 파악하기 위한 농업기반공사 관리 저수지 3,312개소 중 약 38%정도인 1,250개소를 선정하여 자동수위계측기를 설치하는 것으로 계획하고 있다. 이 사업은 “농촌용수 물관리정보화사업”의 일환으로 대상저수지의 설정은 취수시설이 취수탑인 저수지, 최근 내용적 측량 성과 여부, 지사별 자동수위계 설치 설문조사에 따른 결과, 유효저수량이 10만㎥ 이상인 저수지 등의 기준에 따라 각 지사별로 설문조사하여 선정되었다.

지역별 선정저수지는 <표 2.5>에 나타낸 바와 같이 전남지역이 333개소로 제일 많은 저수지가 선정되었고, 전체 1,250개소의 저수지중 취수시설이 사통식이 1,104개소, 취수탑이 142개소였다. 농업기반공사의 관할 관개면적이 총 519,645 ha에 달하고 있으며, 이번에 선정된 설치 예정 저수지가 포함하는 관개면적은 239,741 ha로 전체 관할 면적의 약 46%를 차지하고 있다.

유효저수량에 따른 설치예정지구 선정 현황은 <표 2.6>과 같이 100만㎥ 이상이 저수지가 338개소로 가장 많은 분포를 보였다. 선정기준에 따라 10만㎥ 이상의 유효저수량을 가진 저수지를 선정한 결과로 보인다. 관개면적에 따른 선정 현황은 <표 2.7>에서와 같이 100~250ha인 지구가 375개소로 선정되어 중규모 이상의 저수지를 많이 포함하고 있는 것으로 나타났다.

취수시설이 취수탑인 경우 본 연구에서 개발하고 있는 초음파 센서와 수위계측제어기 및 통신모듈 설치가 가능하다. 또한, 취수시설이 사통인 경우 센서 부분은 압력식 센서를 이용하며 수위계측제어기 및 통신모듈 설치가 가능하다. 자동 수위관측기를 개발하는 데 있어 설치 및 유지관리의 편의성을 고려하여 현재 구조물화 되어 있는 취수탑이나 사통부분에 설치하는 것이 바람직하며, 또한 자동 수위관측기를 개발함에 있어 이에 대한 고려를 하였다.

<표 2.5> 자동 수위관측기 설치 대상 지구 현황

구분	개소수	관개면적	취수시설		
			사통식	취수탑	기타
전국	1,250	239,741	1,104	142	4
경기	81	16,718	54	27	-
강원	51	9,242	43	8	-
충북	99	16,153	91	8	-
충남	155	30,460	133	22	-
전북	180	53,889	157	23	-
전남	333	59,249	309	22	2
경북	169	25,917	148	21	-
경남	180	28,091	167	11	2
제주	2	22	2	-	-

<표 2.6> 유효저수량에 따른 설치 대상 지구 현황

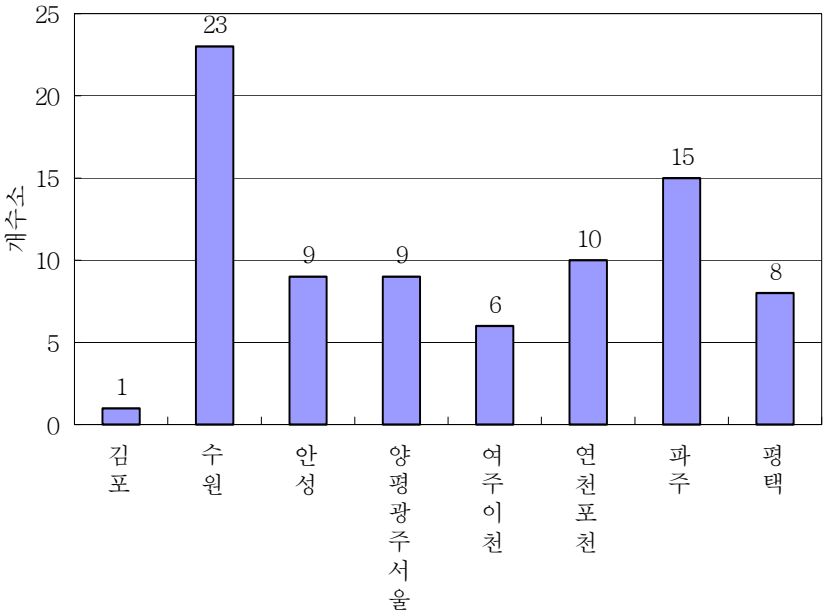
구분	유효저수량 분포							계
	0~1만㎥	1~5만㎥	5~10만㎥	10~25만㎥	25~50만㎥	50~100만㎥	100만㎥ 이상	
전국	8	13	38	274	260	319	338	1,250
경기	2	0	3	10	14	23	29	81
강원	0	0	0	2	5	19	25	51
충북	1	2	2	17	22	40	15	99
충남	2	2	5	34	29	31	52	155
전북	1	1	8	46	39	36	49	180
전남	0	1	4	102	74	79	73	333
경북	1	5	8	21	34	46	54	169
경남	1	2	7	41	43	45	41	180
제주	0	0	1	1	0	0	0	2

<표 2.7> 관개면적에 따른 설치 대상 지구 현황

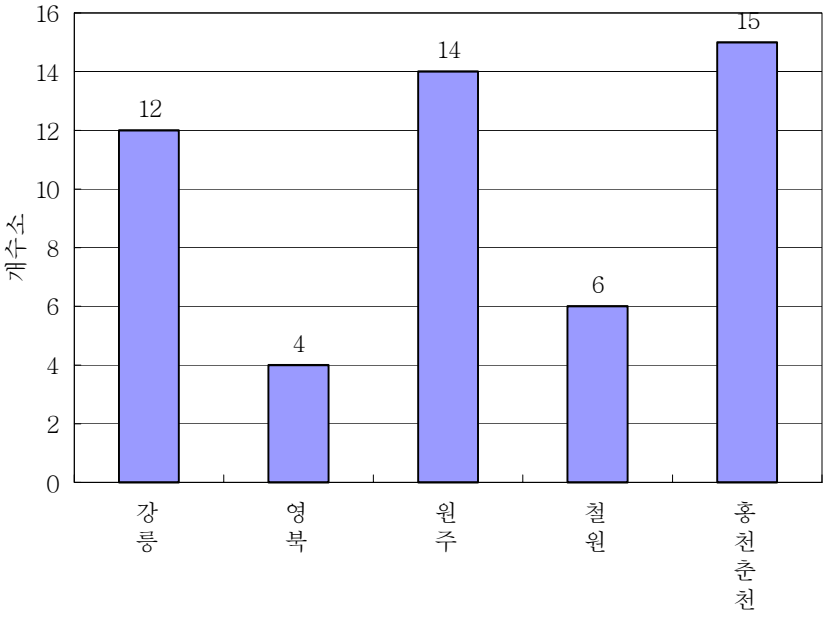
구분	관개면적 분포							계
	0~ 10ha	10~ 50ha	50~ 100ha	100~ 250ha	250~ 500ha	500~ 1000ha	1000ha 이상	
전국	116	214	339	375	135	45	26	1,250
경기	5	8	18	34	11	3	2	81
강원	-	1	16	24	9	1	-	51
충북	2	11	39	36	8	1	2	99
충남	8	33	39	39	22	8	6	155
전북	19	40	47	38	17	12	7	180
전남	50	64	75	95	38	8	3	333
경북	20	30	36	61	13	5	4	169
경남	11	26	69	48	17	7	2	180
제주	1	1	-	-	-	-	-	2

나. 지사별 대상 저수지 현황

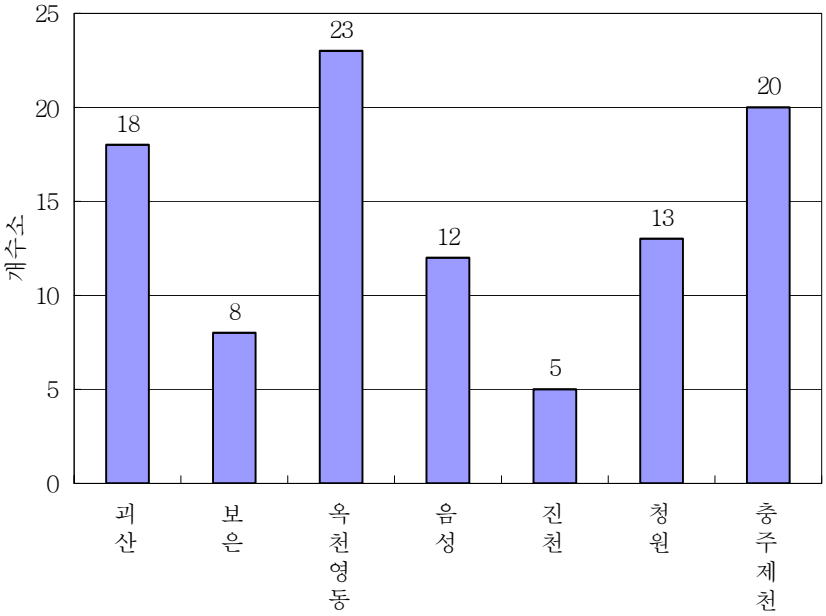
농업기반공사 지사별 자동 수위관측기 설치 대상은 <그림 2.14>~<그림 2.21>에 도시한 바와 같다. 각 본부별 설치 후보지는 전국적으로 고루 분포하고 있으나 지역별 여건에 따라 차이가 발생한 곳도 있다. 경기도 본부의 경우 수원지사가 23개소로 가장 많이 선정되었고 김포지사가 1개소로 선정되었다. 기타 자세한 지역별 선정결과는 <부록 1>에 첨부하였다.



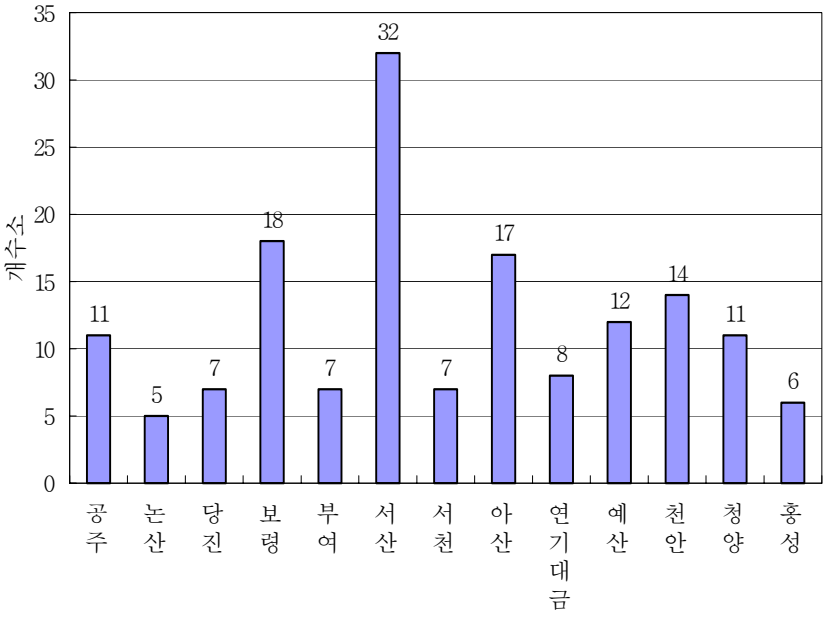
<그림 2.14> 지역별 선정 지구 현황(경기도)



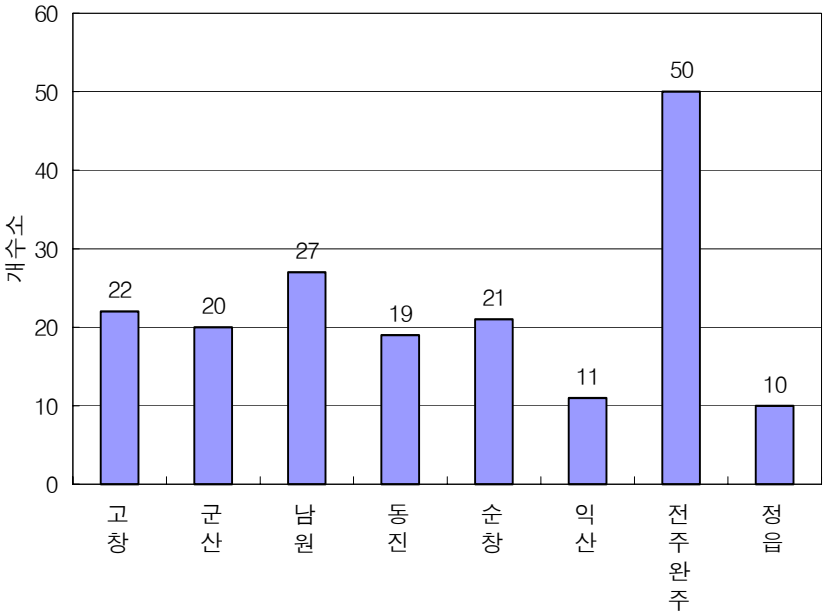
<그림 2.15> 지역별 선정 지구 현황(강원도)



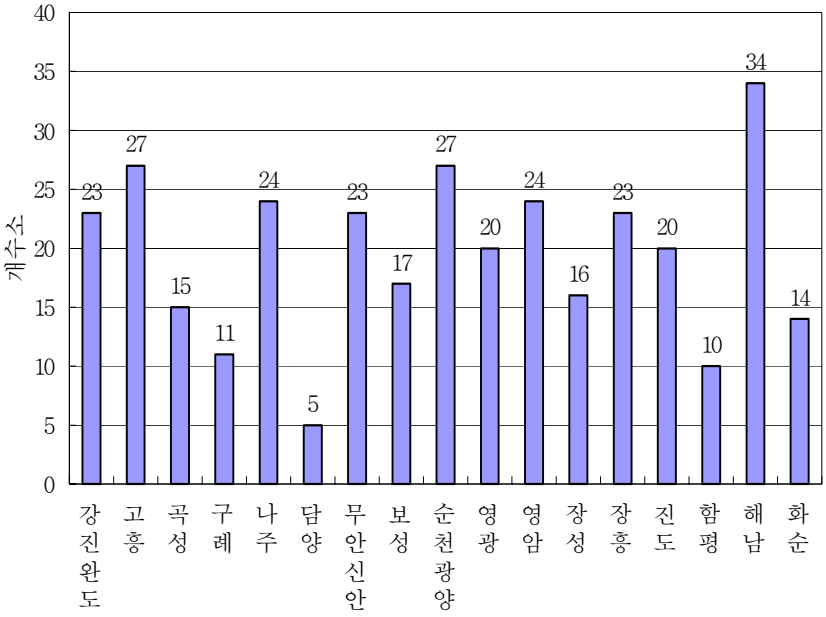
<그림 2.16> 지역별 선정 지구 현황(충청북도)



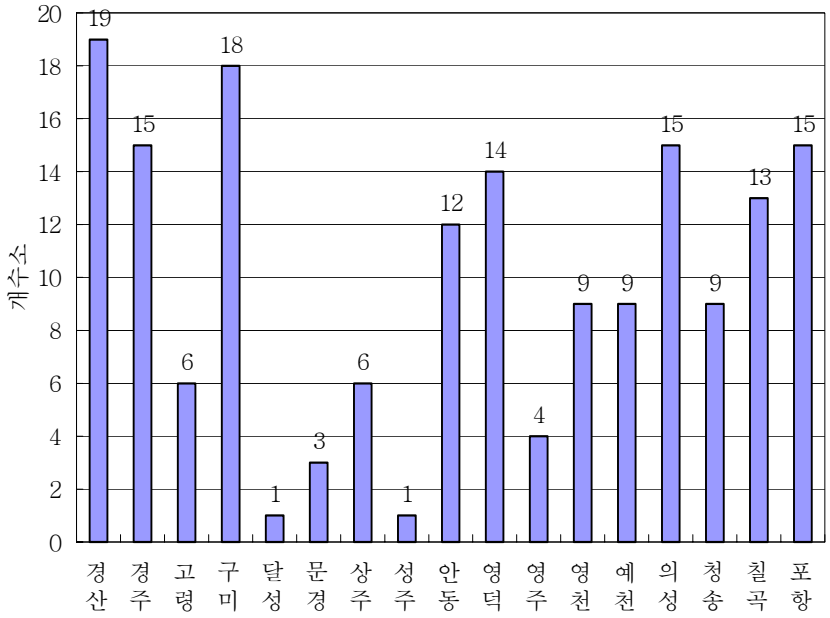
<그림 2.17> 지역별 선정 지구 현황(충청남도)



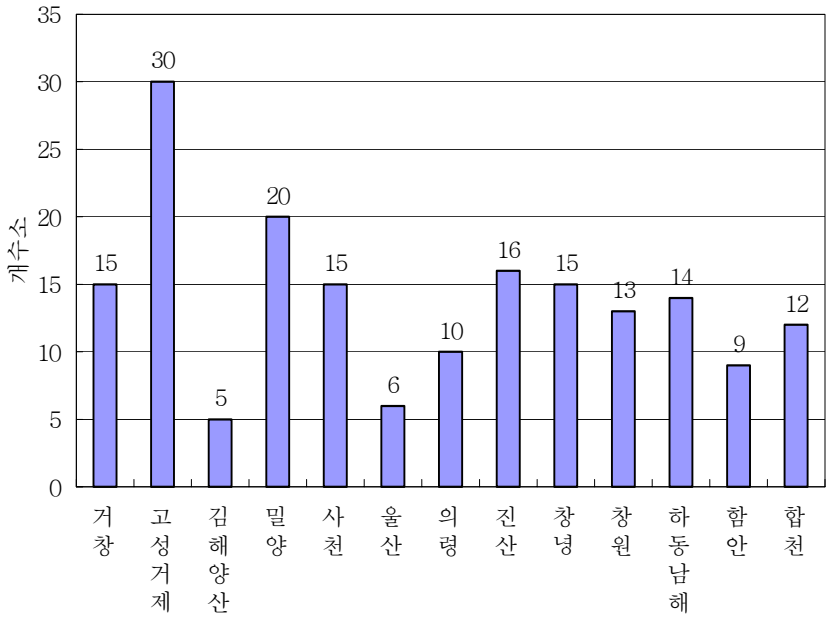
<그림 2.18> 지역별 선정 지구 현황(전라북도)



<그림 2.19> 지역별 선정 지구 현황(전라남도)



<그림 2.20> 지역별 선정 지구 현황(경상북도)



<그림 2.21> 지역별 선정 지구 현황(경상남도)

제3장 자동 수위관측기 개발

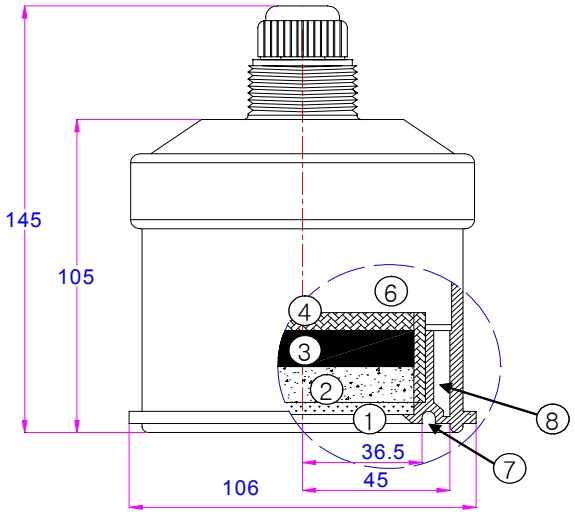
제1절 수위 계측 센서 및 제어기

1.1 저전력 수위 계측 센서 개발

저전력 수위계측 초음파 센서를 설계하여 개발하였으며 그 구조 및 특징은 다음과 같다

가. 수위 계측 센서의 구조

이중 매칭층을 통한 초음파 신호 송수신 방식으로 전달 효율을 높이며, 원거리 측정에서 안정된 계측이 가능하도록 하였다. 내부 내벽 및 공기층 삽입으로 Side Lobe 및 주변 노이즈에 대해 영향이 적게 하고, 오동작 및 이상 지시를 방지할 수 있도록 하였고, 결로 방지홈을 설치하여, 주야 온도차에 의한 결로 및 우천시 초음파 송수신에 영향이 없도록 최적 설계하였다. 개발된 센서의 구조는 <그림 3.1>에서 보여주고 있고, 그림에서 센서의 주요 부분에 대한 설명은 <표 3.1>에 나타낸 바와 같다.



<그림 3.1> 센서의 구조

<표 3.1> 센서 구성 목록

구분	항목	치수	내용
1	1st 정합층	11.5t	저밀도 에폭시
2	2nd 정합층	4t	유리강화에폭시
3	압전소자	12t	공진주파수 32kHz
4	흡음재	4t	코프레인
6	몰딩재	80g	우레탄
7	결로방지홈	4*4	물방울 맺힘 방지
8	공기층		Side Lobe 감소

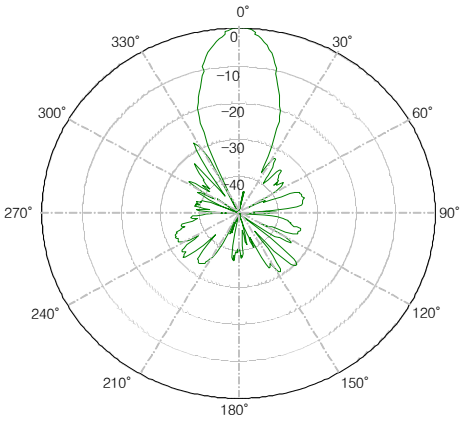
나. 수위 계측 센서의 사양

개발 관측기의 세부적인 사양은 <표 3.2>와 같으며 <그림 3.2>는 빔지향 곡선을 나타낸다. 개발된 초음파 센서는 -30~70℃의 온도 조건에서 작동할 수 있으며, 농업용 저수지의 규격에 맞게 0.5~15m의 측정범위를 갖는 제품이다.

계측기의 빔지향 곡선은 센서의 설치위치에 따라 반사파를 수신할 수 있는 성능을 보여주는 것으로 상부에 위치한 수신기에서 전파를 수신할 수 있도록 적정한 빔지향 곡선을 가질 것이 요구된다.

<표 3.2> 초음파 센서 특성 목록

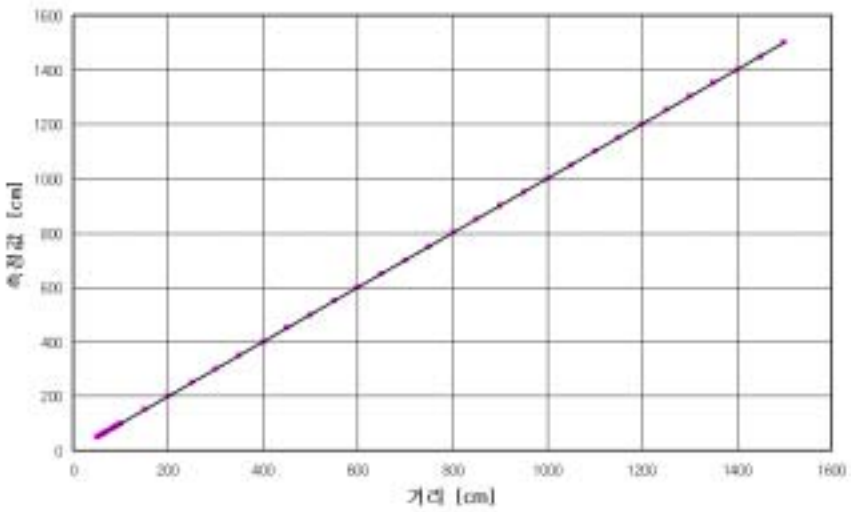
항 목	사양
구동주파수	32 kHz
수신감도	-166 dB
송신감도	118 dB
지향각	±5° (-3dB)
정전용량	4.833nF
사용온도	-30~ 70℃
측정범위	0.5~15m
하우징 재질	PVC



<그림 3.2> 빔지향 곡선

다. 수위 계측 센서의 성능 시험

개발 관측기의 성능시험은 상온에서 지름 1mx1m의 물체에 대하여 실시하였으며 그 결과 거리 검출 정밀도 시험 결과는 <그림 3.3> 및 <표 3.3>에 나타낸 바와 같다. 본 과제에서 개발한 수위 관측기는 성능시험을 통해서 최대 FS 0.25%의 우수한 성능을 나타내는 결과를 보였다.



<그림 3.3> 거리측정 정밀도

<표 3.3> 초음파 수위계의 거리 검출 정확도

측정거리 (㎝)	측정결과 (㎝)	절대오차 (㎝)	오차율	측정거리 (㎝)	측정결과 (㎝)	절대오차 (㎝)	오차율
50	50.2	0.2	0.01%	650	650.3	0.3	0.02%
55	55.0	0.0	0.00%	700	700.9	0.9	0.06%
60	59.8	-0.2	0.01%	750	750.0	0.0	0.00%
65	64.7	-0.3	0.02%	800	800.8	0.8	0.05%
70	70.3	0.3	0.02%	850	850.3	0.3	0.02%
80	80.4	0.4	0.03%	900	899.2	-0.8	0.05%
85	85.2	0.2	0.01%	950	949.6	-0.4	0.03%
90	90.2	0.2	0.01%	1000	999.5	-0.5	0.03%
95	95.0	0.0	0.00%	1050	1050.6	0.6	0.04%
100	100.1	0.1	0.01%	1100	1101.3	1.3	0.09%
150	150.2	0.2	0.01%	1150	1149.4	-0.6	0.04%
200	200.1	0.1	0.01%	1200	1201.9	1.9	0.13%
250	249.7	-0.3	0.02%	1250	1252.2	2.2	0.15%
300	299.5	-0.5	0.03%	1300	1303.1	3.1	0.21%
350	349.7	-0.3	0.02%	1350	1353.8	3.8	0.25%
400	399.2	-0.8	0.05%	1400	1398.3	-1.7	0.11%
450	450.5	0.5	0.03%	1450	1448.2	-1.8	0.12%
500	499.7	-0.3	0.02%	1500	1498.2	-1.8	0.12%
550	550.1	0.1	0.01%				
600	600.0	0.0	0.00%				

라. 수위 계측 센서의 현장 검증

개발된 수위계의 현장 적용 능력을 검증하고자 실시한 현장 검증결과 <그림 3.4>와 같이 DATA TREND가 불안한 현상이 발생하였다. 이 문제를 해결하기 위해 측정주기마다 Tracking을 풀었던 방식에서 600회 정도 측정 시마다 Tracking을 푸는 방식으로 소프트웨어를 변경하여, 직사광선으로 인해 대기 중 온도를 정확히 보상 할 수 없었기 때문에 수위가 내려갔다 올라오는 현상이 발생하여 그늘막(갓)을 설치하여 관측기의 성능을 보완할 수 있도록 하였다. 보완 결과는 <그림 3.5> 및 <표 3.4>와 같이 DATA 불안현상을 해결한 것을 알 수 있다.

(a) 이동저수지 (b) 용덕저수지

<그림 3.4> DATA TREND 불안 현상

(a) 이동저수지 (b) 용덕저수지

<그림 3.5> 개선된 DATA TREND

<표 3.4> 변경 전 알고리즘과 변경 후 알고리즘의 성능 비교표

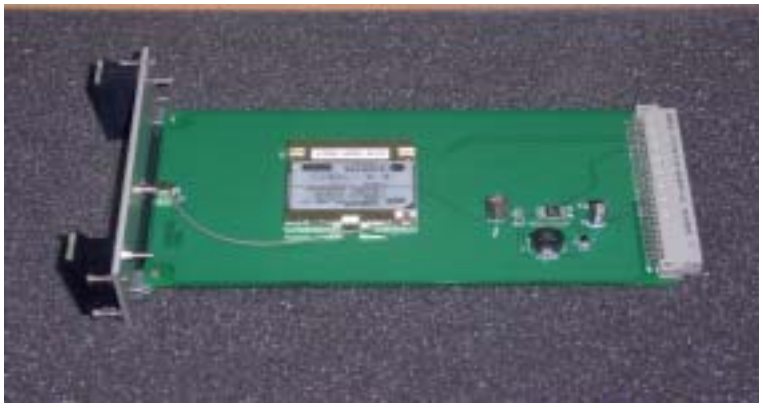
	항목	변경 전	변경 후
1	추적속도	100m/min	1000m/min
2	정 확 도	0.25%(F.S), 3mm	0.25%(F.S), 2mm
3	표시주기	0.5sec	4.5sec
4	재 트래킹	측정주기 간격	680회

1.2 저전력 수위계측 제어기 개발

수위계측 제어기는 기능별로 모듈화 개발하여 유지관리 편이와 기능 안정화를 향상하도록 하였다. 개발 수위계측기의 기능은 수위계측 기능과 더불어 ① 저전력 기능, ② 자체진단 및 자동복구 기능, ③ 다양한 데이터 전송방식, ④ Data logging 기능 등을 포함하도록 하여 효율적인 농업저수지 자동 저수위관측기로서의 역할을 할 수 있도록 하였다.

<그림 3.6> 자동 수위관측기 개발 시작품 사진

<그림 3.7> ECU 보드(Main Control 기능)



<그림 3.8> 통신 보드

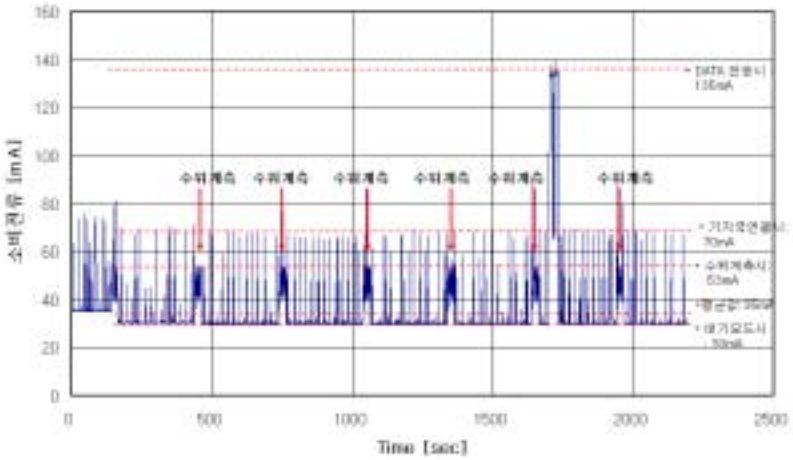
가. 저전력 (Low Power Mode) 기능

일 단위 혹은 시간 단위의 계측이 요구되는 저수지 계측 환경을 고려하여 수위 계측 및 자료전송이 완료되면 자동적으로 시스템을 대기 모드로 절환 하여 기본 동작부 이외에는 전원을 차단함으로서 소비전력을 최대로 줄일 수 있도록 설계하였다. 정격전압을 배터리 전압(DC 12V)과 일치시키고 소비전류도 적정화하도록 하였으며 기존 방식에 비해 60%이상 소비전력을 절감하도록 하였다.

전원 이상진단 기능 내장으로 전압시스템의 이상상태가 오기 전에 ALARM으로 정보를 제공받을 수 있고 일부는 원격지에서도 대처가 가능하도록 하였다. <표 3.5>는 기존 시스템과 개발 시스템의 전력 사용형태에 따른 비교 결과이다.

<표 3.5> 기존 시스템과 개발 시스템 비교

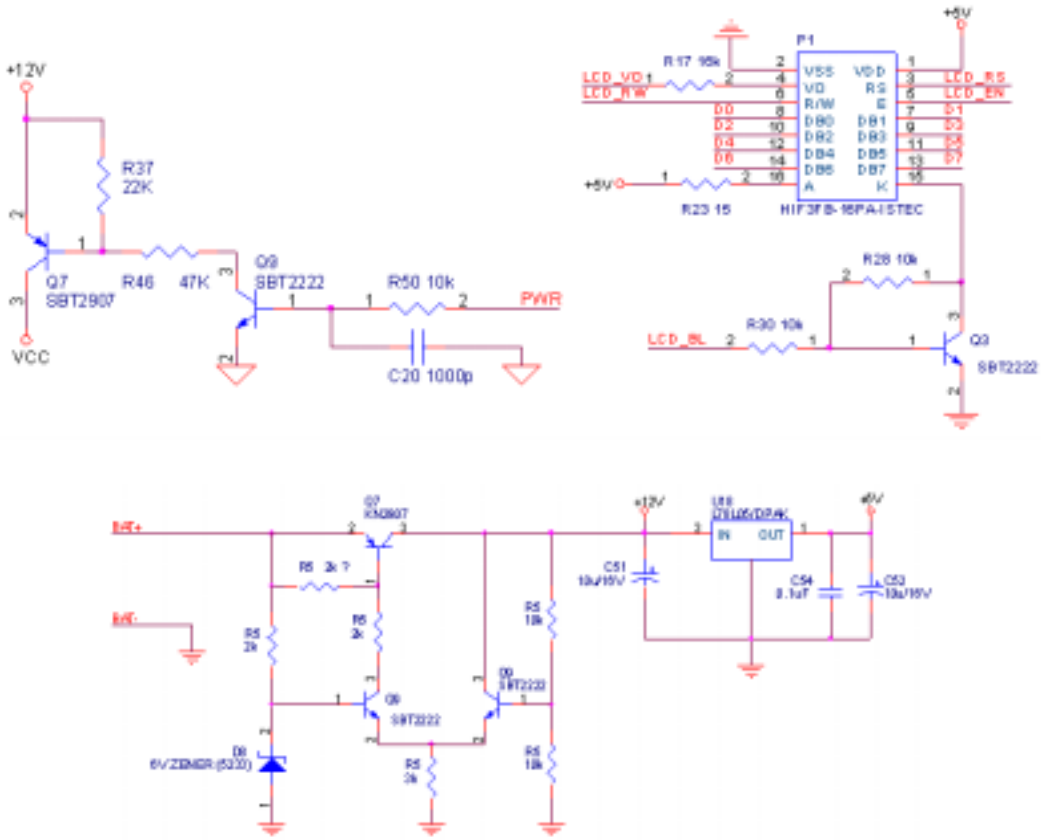
항목	기존 시스템	개발 시스템	비고
정격전압	DC 24V	DC 12V	밧데리 전압(DC 12V)과 일치
소비전류	* 수위계측시스템 : 40mA * Wireless RTU : 50mA	60mA	
소비전력	2.16W	0.72W	기존 대비 66% 절감



<그림 3.9> 저전력 수위관측시스템의 소비전류

<표 3.6> 수위관측시스템의 운전 상태별 소비전력

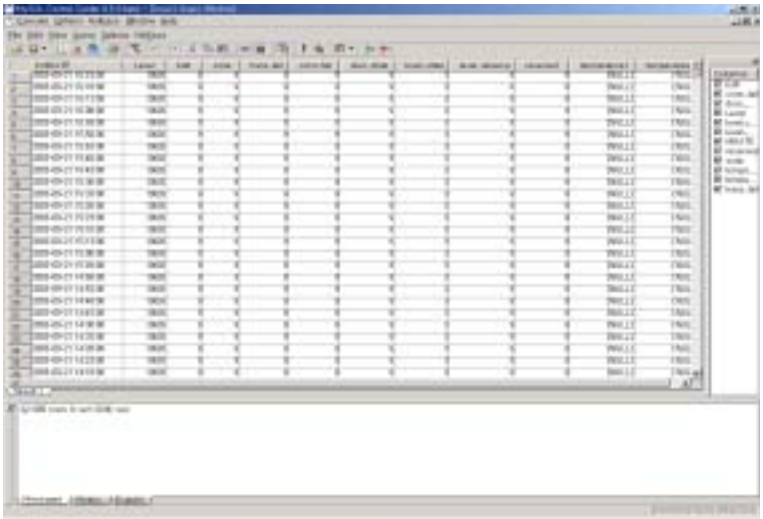
운전 상태	소비전류 [mA]	비고
대기 모드시	30	
수위계측시	53	
기지국 연결시	70	기지국에서 모뎀 위치를 파악하기 위한 교신
Data 전송시	135	
평균치	35	



<그림 3.10> 저전력 회로 일부

나. 자체진단 및 자동복구 (Watch Dog) 기능

자체 진단 기능을 내장하여, 기기 동작상태, 전원 준위 등을 현장 및 원격에서 확인 및 제어 가능하며, 배터리의 전압 상태, 시스템의 이상 유무를 판단하여 서버에 자동적으로 전송하도록 하였다. 여기서는 단일 프로세서를 적용함으로써 자체 동작을 감시하여 기기 이상 시 자동으로 복구되는 기능을 적용함으로써 안정된 동작을 구현하도록 하였다



<그림 3.11> DB에 저장된 자체 진단 Report

<그림 3.12> WEB PAGE에 표시되는 자체 진단 Report

다. 다양한 데이터 전송 방식

현장에 설치된 자동 수위관측기로부터 중앙제어실 및 관리자에서 송신되는 자료는 Remote, Local, Polling 및 Event 의 네 가지 모드로 운영할 수 있도록 구성되어 있다. 각 모드에 대한 설명은 아래와 같다.

① Remote 모드 : 휴대폰 SMS나 중앙제어실의 M2M을 이용하여 원격설정

② Local 모드 : 노트북이나 PDA를 이용하여 자료전송 및 설정

③ Polling 모드 : 설정된 접속시간마다 자료를 서버로 전송

④ Event 모드 : 저전압, Solar 이상 알람시 관리자에게 정보전송

수위관측기로부터 전송되는 SMS(문자메세지)에 대한 내용은 <표 3.7>과 같이 요약할 수 있다.

<표 3.7> 수위관측기의 SMS 설명

메뉴	내용	설정범위	명령어
Server IP	Server측의 IP번호 설정 및 변경	0~255	*DPI++.++.++.++
Server Port	Server측의 Port번호 설정 및 변경	1024~5000	*DPP++++
전송 및 저장주기	Data 전송 및 저장 주기 설정	30~1440 5~60	*DPC++++,+++
설정 상황 보기1	로깅 및 전송관련 설정상태 보기	-	*DP?
설정 상황 보기2	현재 메모리에 읽혀지고 있는 주소와 저장된 주소의 번지	-	*DPL?
데이터 강제 전송	현재까지 저장된 데이터를 전송주기와 상관 없이 서버로 강제 전송	-	*DPR
현재수위측정상태	가장 최근에 측정된 수위값과 반사파 신호 크기와 신뢰도 표시	-	*DPLE
메모리 초기화	현재까지 저장했던 메모리 초기화	-	*DPE
수위 변화폭 설정	수위변화폭을 설정. 단위는 mm	50~9999	*DPSL+++++
수위 변화폭 보기	현재 설정되어 있는 수위변화폭값을 확인	-	*DPS?
수위 변화폭값	측정된 값을 표시	-	*DPDD
수위 표시 방법	이전에 측정된 값을 표시	-	*DPDM
수위 변화폭 표시방법 보기	현재 설정되어 있는 수위변화폭 표시방법 확인	-	*DPD?
일일 접속 시간 설정	하루에 한번은 꼭 데이터를 전송시간설정	-	*DPDC++

마. Data logging 기능

수위관측기로부터 계측된 자료는 실시간으로 중앙제어실과 통신을 하게 되지만 불의의 사고로 인해 자료의 유실을 방지하기 위해 미리 정해진 설정저장 간격에 따라 데이터를 자동으로 저장하게 된다. 데이터는 통신, 계측상태 등의 이상시 자체적으로 최대 20일까지 자동저장이 가능하도록 되어 있으며, 계측과 동시에 10분 간격으로 저장하게 된다. 또한 데이터 전송 이상시 데이터 검색이 가능하다.

바. 기타 기능

뇌운내에 전하가 축적되어 지표면과의 사이에서 불꽃방전이 발생하는 것을 낙뢰라고 한다. 뇌격전류는 여러 형태이지만 뇌격을 직접 받은 경우를 직격뢰라 하고 뇌운 또는 다른 장소에 떨어진 뇌격의 유도에 의한 써지(surge)를 유도뢰라 한다

뇌해피해의 경우 직격뢰는 그 에너지가 아주 커서 (전위차 10kv 이상) 전자기기의 파괴를 피하는 것은 거의 불가능하며 유도뢰의 경우는 전자기기에 대한 뇌써지전압이 기기의 절연내압을 초월할 경우 전자기기는 파괴된다. 전자기기 및 케이블의 피뢰대책은 유도뢰 대책이라 할 수 있다.

현장에 설치된 수위관측기는 직격뢰와 써지로 인한 유도뢰와 같은 뇌해로 인한 피해를 방지하기 위해서 피뢰침 설치, 금속외장케이블(sheet cable)의 사용, Arrester와 같은 보안기의 설치 및 내압트랜스의 설치와 같은 방법으로 시스템 설계시 고려하게 된다. 이외에 예비품 및 부속품을 준비하여 고장 발생시 교체하는 방법도 있다.

1) 뇌발생 및 뇌 방전

번개가 대기 중의 방전현상(放電現象)이라는 것은 1752년 5월 미국의 B.프랭클린의 연 실험에 의해서 확인되었다. 하층의 공기가 너무 가볍거나 상층의 공기가 너무 무거운 경우 그 수직불안정도를 해소하기 위해 강한 상승기류가 발생한다. 상승기류에 동반하여 단열 팽창된 공기는 온도가 저하하고, 함유된 증기의 응결 및 빙결이 일어나기 때문에 다량의 잠열이 방출되고 상승에 따른 온도 저하율이 적게 되며 대류권 성층 가까운 곳까지 도달하게 된다. 이러한 구름이 뇌를 발생하게 되며, 이에 따라 뇌

운을 다음과 같이 분류한다.

<표 3.8> 뇌의 발생원인에 따른 분류

열 뢰(熱雷)	여름철의 강한 일사에 의해 지표부근의 공기가 열을 받아 상승하는 기류에 의해 발생 하는 뇌.열뢰가 산복에서 발생하는 뇌를 산뢰라 한다.
계 뢰(界雷)	온난기류가 서로 만나는 지점에서 발생하는 상승기류에 의한 뇌로 전선뇌라고도 한다.
저기압성뢰 (低氣壓性雷)	태풍이나 저기압의 수속성(收束性)기류 때문에 생기는 상승기류에 의해 발생 하는 뇌.

※ 뇌우의 발생은 단독원인보다는 조합된 조건에 의해 생기는 경우가 많다.

2) 피 뢰 침

피뢰침설비는 보호하고자 하는 대상물에 근접하는 뇌격을 확실하게 흡인해서 뇌격전류를 안전하게 대지로 방류함으로써 건축물 등을 보호하는데 있다. 낙뢰전류의 한 예를 들면 낙뢰에는 순식간에 20,000~40,000A의 큰 전류가 흘러서 인명이나 재산에 피해를 입히게 된다. 그러므로 피뢰침 설비는 낙뢰에 의한 피해를 최소한도로 막고 낙뢰전류를 신속히 대지에 방류하는 설비이다.

일반 건물에 관해서는 건축 기준법에 의하여 지반면상 20m 이상의 건축물 또는 시설물에는 피뢰침을 설치하도록 규정되어 있다. 그러나 박물관과 같이 중요한 건조물, 천연기념물, 다수의 사람들이 많이 모이는 건물, 예컨대 학교, 교회, 백화점 등 또한 화약, 가연성 가스 등 위험물을 취급하거나 저장하는 건물등 및 뇌해 위험도가 높은 지방의 건물은 그 높이가 20m이하의 경우에도 피뢰침 설비를 하도록 되어 있다. 특히 낙뢰는 높이에 비례하여 횟수가 증가하고 보호각도가 좁아지므로 이전을 초고층 빌딩이나 높은 철탑을 계획할 경우 반드시 고려하여야 하며 높이와 관련된 낙뢰횟수는 개략식으로 다음과 같다.

$N \fallingdotseq 3\times10^4\ H^2$(회/년)　　(N:낙뢰횟수, H:높이)

더욱이 건물이나 피뢰침의 높이가 20m를 넘는 경우 국제전기기술 위원회(IEC)에서는 보호각이 좁아짐을 경고하고 있다. 그러므로 고층 피뢰침 설계시에는 이 점을

고려하여야 하며 주변 건물도 이에 준한 보호범위에 대한 재조정이 필요하다고 하겠다.

3) 접 지

접지를 유럽 권에서는 “Earthing”, 미국에서는 “Grounding” 이라고 표현하고 있다. 낙뢰가 발생되면 시설 및 인명에 재해가 초래되기 때문에 이를 방지하기 위하여 등장한 것이 피뢰기이고 전자기기에도 접지가 필요하게 되었다.

이와 같이 초기의 접지는 낙뢰와 정전기 등으로부터 인명과 장치를 보호하는 역할에 주력하였으나 오늘날의 접지는 낙뢰는 물론 원하지 아니하는 과전류 및 과전압 유입, 전기적 잡음으로부터 전원, 통신 제어시스템 등의 복잡한 전기, 전자적 시스템을 안정적으로 동작하게 하는 기능용 접지에 이르기까지 많은 관심을 가져야 할 것이다.

접지 시스템이 불량하여 전위 상승에 따르는 장해로서는 최악의 경우는 감전사고 발생이 있으며 기기에 대해서는 손상, 잡음(Noise)발생, 오동작 등이 발생하게 된다. 구체적으로 비가 많이 오는 여름철이나 심한 먹구름(적란운)을 동반하는 날씨에서는 교통 신호등의 오동작, 순간적인 정전, 전주 위에서의 변압기나 고압선의 방전(아아크 현상), 라디오 전파 혹은 무선전파 등의 불량 송수신(잡음현상), 사무실내에서의 OA기기의 순간 정전 등이 이러한 접지시스템이 불량하거나 순간적인 써지(Surge) 현상에 의해서 나타나는 것이다.

<표 3.9> 접지대상기기(통신)

접지대상기기	접지종류
주배선반(MDF)	제1종 접지
국선단자함(100회선 초과)	제1종 접지
국선단자함(100회선 이하)	제3종 접지
MDF 설치기구의 각 동 주전화 단자함	제3종 접지
보안기용접지	제3종 접지
확성기용 증폭기	제3종 접지

4) Surge

Line 또는 회로를 따라서 전달되며, 급속히 증가하고 서서히 감소하는 특성을 지닌 전기적 전류, 전압 또는 전력의 과도파형이다. (IEC IEV 161-02-01) 낙뢰, 변압기의

스위칭 조작, 라디오간섭, 정전기방전, 전압 및 주파수의 변동 등에 의해 발생되는 서지(Surge)는 전기, 전자장비에 손상을 주고 있다.

전자통신장비의 소형화, 대중화, 전산시스템의 설비가 늘어남에 따라 Surge에 의한 피해가 급속도로 커지고 있다. 저전압으로 동작시키기 위해 전도성이 우수한 소재를 사용하므로 인하여 단락(短絡. Short Circuit)현상의 최고치가 낮아져 반도체를 많이 내장한 system은 내압에 약해지고, 그에 비례하여 Surge에 취약해지고 있다.

Surge가 System에 미치는 영향은 인체에 생기는 병과 같아서, 작은 Surge의 반복은 소자를 열화시켜 만성적으로 파괴시키며, 강한 Surge는 일거에 희생불능 상태로 파괴시켜 버린다. 특히 근래의 system은 기기와 기기의 결합에서 System과 System이 결합되는 Total System을 구축하는 것이 일반화되어 가고 있다. 이는 한 지점에서의 피해가 전 System의 마비를 가져오며 극한적인 경우 전 System이 연쇄적으로 파손되는 경우도 초래할 수 있다. 따라서 Surge의 피해가 발생한 지점에서 타지역으로 Surge의 피해가 전이되는 것을 차단할 Surge Protection System을 구축하는 것이 필요하다.

가) Surge의 종류

Surge는 여러 가지 분류 조건에 따라 다음과 같이 정리 할 수 있다.

(1) 자연에 의한 Surge

① 직격뢰(Direct Strike) : 낙뢰가 구조물, 장비, 전력선 등에 직접 뇌격하는 것으로 약 20KV이상의 전압과 수KA ~ 200KA 이상의 과전류가 발생한다

② 간접뢰(정전현상) : 송전, 통신선로에 뇌격하여 선로를 통하여 전도되는 것으로 발생빈도 가 가장 높다

③ 유도뢰(Indirect Strike) : 낙뢰지점 인근대지에 매설된 전원선, 통신선, 금속파이프 등 도 체를 통하여 유도되는 고전압 고전류의 유입으로 인하여 접지전위의 급상승으로 Surge가 발생한다.

④ 방전(Bound Change) : 지상과 구름, 구름과 구름 사이의 방전으로 유도된 전하가 전력선, 금속체 또는 지표로 흘러 장비를 손상시킨다.

(2) 개폐 및 기동에 의한 Surge

유동성 부하의 기동, 정지시 250 ~ 3,000V Surge 발생, Inverter 등 Power Switching시 250 ~ 1,000V Surge 발생한다.

(3) 정전기에 의한 Surge : ESD (Electro - Shortic Discharge)

(4) 핵에 의한 Surge : NEMP (Nuclear Eletro - Magnetic Pulse)

<표 3.10> 보호소자의 비교

소 자	특 징
MOV	· 반응시간이 중속(1Nano-second이하)이며, 저가, 대용량, 무극성으로 사용하지만 단점으로 소자가 파손되면서 연기가 다량 발생하며 파편이 비산한다. · 흡수 전력량: 수십- 수백W (1/120초간) · 응 용 부 위: 전원부에 유입 예상 부위등
Arrestor	· 반응시간이 저속(micro-second이하)이며, 대용량으로 대전력 흡수 후에도 생존율이 높은 반면 반응시간이 늦어 보호 효과가 감소된다. · 흡수 전력량: 수백W- 수KW (1/120초간) · 응 용 부 위: 통신회선, 전원단의 고전압 유입예상 부위등
TVS	· 반응시간이 고속(1Pico-second이하)이며 대전력 흡수 후에도 생존율이 높고 열화 현상 적음. · 흡수 전력량: 400-5000W(1/120초간) · 응 용 부 위: 통신회선, 전원단, 회로 내 고전압 유입예상 부위
Zener Diode	· 반응시간이 고속(1Pico-second이하)이며, 저렴하나 약간의 대전력에도 쉽게 파괴된다. · 흡수 전력량: 수W (1/120초간) · 응 용 부 위: 소신호 입력부, 정전기 유입 예상 부위등

나) Surge Protector

건물 내부에 설치된 통신시스템이나 제어기기와 같은 약전 설비들은 낙뢰로 인한 뇌전류나 뇌서지에 피해를 받기가 쉽다. 이러한 낙뢰로 인한 피해를 방지하고 안정적인 운용을 확보하기 위한 대책으로 서지보호기(Surge Protector) 혹은 TVSS(Transient Voltages Sure Suppression)를 설치한다.

(1) 통신용 Surge Protector

옥외로 선로가 나갔다가 들어오는 곳에는 모두 서지보호기를 설치하여야 한다. 지중선이든 공중선이든 옥외에 노출될 경우 유도서지가 유입될 수 있기 때문에 옥외 통신의 경우 선로 양단에 서지보호기를 부착해야 한다. 신호용 및 통신용 서지보호기의 경우 송/수신 기기가 예민하므로 송/수신 전압을 확인하여 그에 적합한 제품을 선택하여야 한다. 저전압의 송/수신기에 높은 억제 전압의 서지보호기를 사용하면 전송기기의 손상을 입을 수 있으며, 너무 낮은 억제전압의 서지보호기를 사용하면 신호 및 통신의 에러를 발생시킨다.

(2) 통신용 서지보호기

교환대에는 1차 보호용 서지보호기, Modem. FAX 등의 기기를 보호하기 위해서는 2차보호용 서지보호기를 사용하여야 한다. 통신용 서지보호기는 전원용 서지보호기와 조합하여 보호해야 하며, 공통 접지를 사용하는 것이 좋다.

(3) 신호용 서지보호기

신호용 서지보호기는 신호 선로의 양단에 설치되어야 하며, 일반적으로 전원용과 조합하여 보호해야 한다.

(4) Analogue 신호용 서지보호기

Analogue신호는 24Vdc, 1~10Vdc 4~20mA등이 있다.

(5) Digital 신호용 서지보호기

디지탈 신호는 접점방식. pulse형 신호등이 있다.

(a) 피뢰침 설치 광경

(b) 피뢰침 설치

<그림 3.13> 미산저수지 자동수위계 낙뢰방지 피뢰침 공사

제2절 전원 및 통신모듈

2.1 무선인터넷 데이터 전송방식

현장에서 수집된 자료는 상용 이동통신망(CDMA)을 이용하여 중앙관리소 혹은 사용자의 PDS나 휴대폰으로 전송되도록 설계되었다. 상용 통신망을 이용하기 때문에 기존의 자동 수위관측기 시스템에서 많이 이용하였던 유·무선통신망에 의해 구성되었던 통신방식을 효과적으로 개선할 수 있을 것으로 나타났다. 기존에 흔히 많이 사용되던 통신방식과 상용 이동통신망을 이용한 통신방식을 비교한 결과는 다음 <표 3.11>과 같이 나타낼 수 있다.

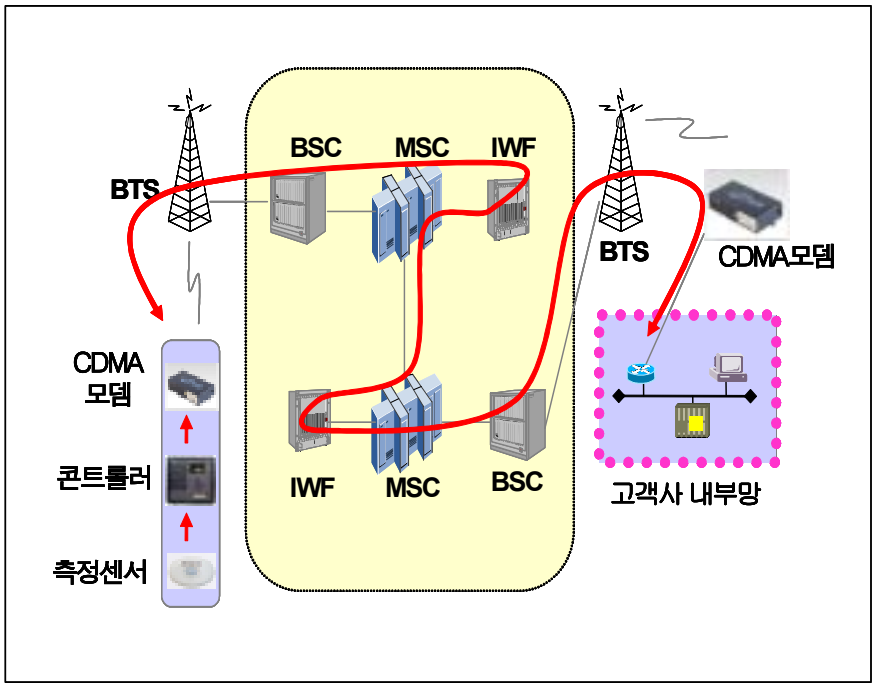
<표 3.11> 전송회선 특징표

항목 \ 회선		유 선 회 선 (KTA 전용선)	무 선 회 선 (단신회선)	이동통신망 (상용 CDMA)
선택의 표준		· 단거리 · 전파장해 예상되는 곳 · 설치상 문제없는 곳	· 장거리 · 장애물 예상되는 곳 · 태풍·지진 등의 기상장해시에도 가동 필요한곳	· 거리, 장애물, 기상에 따른 제한 없음
신뢰성·안정성		· 화재시 단선, 열화 예상 · 회선 변경시 품질 저하 · 공사시 회선단락 가능성 · 오접속에 따른 결측가능 · 통화증가시 접속 장애	· 재해시 거의 영향없음 · 기상·주변조건에 따른 영향 다소 있음 · 장해시 복구 빠름	· 재해시 거의 영향 없음 · 이동통신국, LAN망의 상태에 따라 접속이 안될 수 있음
경제성	초기 투자	· 설비료, 계약료, 망제어 장치 비용 발생 · 케이블 설치비용 큼 · 장애물이 있는 경우 고비용 발생	· 무선장치, 안테나 설치 비용 발생 · 경우에 따라 중계국 필요 : 비용이 큼	· 통신 개설 비용 · 이동통신 단말기, 모뎀장치 투자 필요
	회선 사용료	월 고정요금 (기본요금+도수료)	불필요 (전파사용료)	월 고정요금 (기본요금+도수료)
	보수료	불필요 (유선사업자 관리)	기기보수비 (면허갱신비 - 5년)	불필요
운용자격		없음	무선기사 자격 필요	없음
설치허가		유선사업자에 신청	체신청에 신청	없음
전송속도		50～48,000bps 까지 다양	1,200bps까지	없음
통화		가능	데이터와 교환통해 가능	가능 (SMS 통신 가능)
채널 다중화		가능 (200 bps 이하)	불가능	가능
비트 오차율		5×10^{-5}정도	1×10^{-4}～10^{-5}	없음
회선구성		방사상, 수지상	중계국 필요할 수도 있음	없음

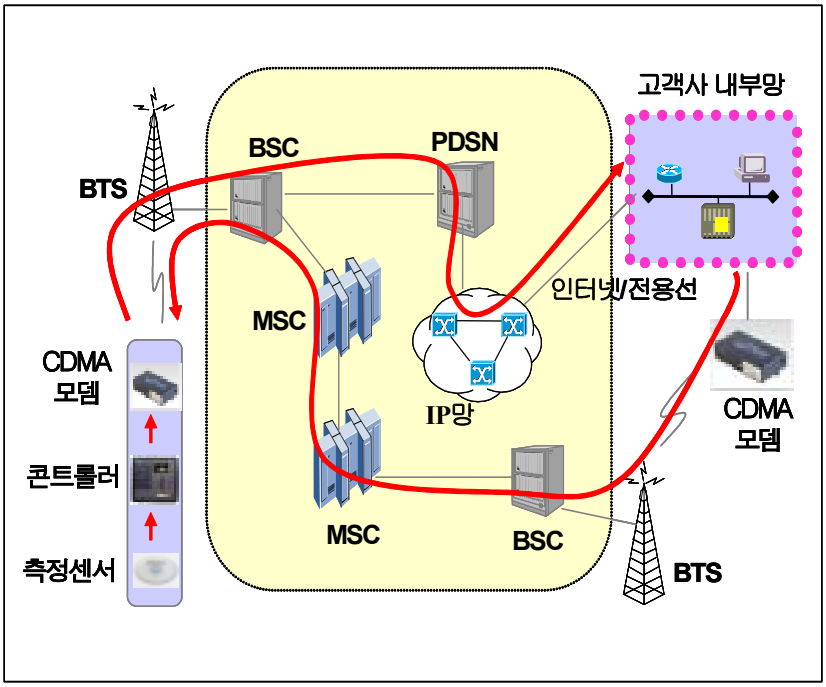
이동통신망을 이용한 데이터 전송방식의 장점은 전국적인 규모의 통신망의 구축이 실시된 상태로 고품질, 안정적 데이터 통신을 할 수 있고, 이동통신사의 통신망 유지관리로 사용자의 통신망의 유지관리에 소요되는 비용을 최소화할 수 있으며, 유선 통신선로, 무선통신의 중계국 설치를 위한 초기투자비용을 최소화할 수 있는 등 현장 자료 계측 부분이 획기적인 장점이 있는 것으로 판단된다.

자동 수위관측기의 자료 송수신을 위해서 계측된 자료를 전송하고 계측기의 설정값을 변경할 수 있는 이동통신망을 선정하였다. 현재 상용으로 운용되고 있는 이동통신망은 통화 회수당 요금을 부과하는 Circuit 방식과 데이터 전송량(bits)에 따라서 부과하는 Packet방식으로 나눌 수 있다. 각 방식은 계측기의 통신시설과 이동통신망의 통신 장치에 따라서 모뎀과 모뎀으로 구성되는 Async 통신과 CDMA와 전용선(LAN)으로 구성되는 방식으로 세분된다.

<그림 2.14> 및 <그림 2.15>는 이동통신을 이용한 Circuit 방식 통신과 Packet 방식 통신의 개념도를 보여주고 있다. 그림의 BTS(Base transceiver station)는 이동통신사에서 운영하는 기지국을 말하며, BSC(Binary Synchronous Communication)는 수신된 계측자료를 변화는 2진화 10진 기수법이 적용되는 장치를 말하고 있고, MSC(Mobile Services Switching Center)는 이동통신 교환기를 통하여 계측자료가 모뎀-모뎀, 단말기-단말기로 이동되고 있음을 보여준다. IWF(InterWorking Function)는 데이터 연동장치이고, Packet방식에서 적용되는 PSDN(Packet Switched Data Network)은 패킷교환 데이터망을 말한다.



<그림 3.14> Circuit 방식 통신



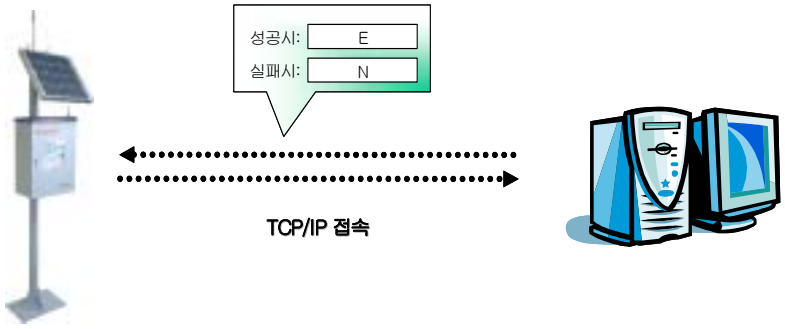
<그림 3.15> Packet 방식 통신

2.2 양방향 데이터 전송

이동통신망을 통한 통신망을 사용하기 때문에 현장에 설치된 수위계와 중앙관리소 및 관리자의 휴대폰을 통하여 SMS(문자 메시지)를 통하여 필요한 정보를 주고 받을 수 있다. SMS를 통한 자료의 교환은 현장 상태를 실시간으로 확인할 수 있는 방법을 제공하는 것 이외에 원거리에서 현장으로 SMS를 송신하여 필요한 기기의 설정을 변경할 수 있는 방법도 있다.

<그림 3.16>는 현장과 중앙관리소에 설치된 서버와 계측자료를 전송하는 개념도를 보여준다. 여기서는 현장에서 자료의 전송을 종료하면 서버에서 받은 자료에 대해 수신여부를 보내주며 현장에서 이 수신의 성공시에는 자료의 전송을 하지 않지만 실패시에는 자료의 전송을 하게 되고, 일정 횟수동안 실패할 경우 관리자에게 SMS로 실패사항을 송신하게 한다. 현장에서 송신하는 전송 Data의 구성을 요약하면 <표 3.12>에 나타낸 바와 같다.

본 연구에서는 기존 SMS의 사용이 불편함을 웹페이지를 통해 설정 변경 가능하도록 하였다. <그림 3.17>는 SMS를 변경하기 위한 WEB 화면을 보여준다. 사용자가 원하는 설정변경을 선택하고 송신하게 되면 현장의 계측기로 SMS를 송신하여 설정을 변경하게 된다. 이 설정은 제한된 사용자 계정을 갖고 실행할 수 있도록 구성되어 있다.



<그림 3.16> 계측자료의 전송

<표 3.12> 전송Data의 구성

DATA 구성	항목	내 용	설정범위
[F] [F]	SYN	Synchronous Idle	
[A]	STX	Start of Text	
[ ] [ ] [ ] [ ]	UAD	Unit Address(기기번호)	0~9999
[ ] [ ] [ ]	DAL	Data Length	0~999
[년] [월] [일] [시] [초]	TIM	시간 정보	
[ ] [ ]	WAL	Water Level	0.5~15m
[Z]	BCC	Block Check Char.	
[FF]	EOT	End of Text	

<그림 3.17> 양방향 데이터 전송 WEB 화면

2.3 전원용량 선정기준

가. Solar Panel 용량 선정

저전력 소모형을 목적으로 개발된 자동 수위관측기는 시간당 최대 소비전류가 약 35mA이다. 시간당 최대 소비전류로부터 1일 소모전류는 다음과 같이 계산된다.

$$1\text{일 소모전력} = 35\text{mA} \times 24\text{hr} = 0.84\text{A} \tag{3.1}$$

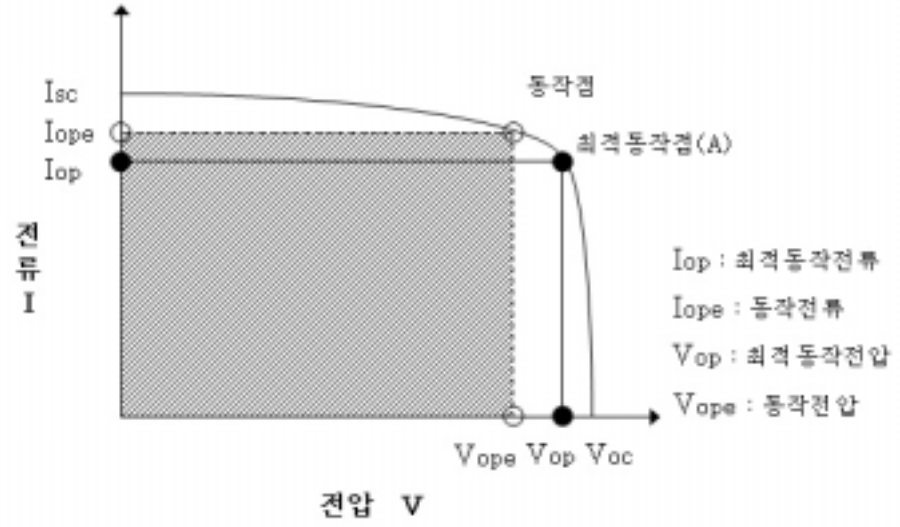
우리나라의 기후조건을 고려해 볼 때 3일에 하루정도 3~4시간정도 충전되는 것으로 하여 solar panel의 용량을 계산하였다. 이에 따라 3일간 소모전류 및 적정 용량은 다음과 같다.

$$3\text{일간 소모전류} = 0.84\text{A} \times 3\,\text{Day} = 2.52\text{A} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned} \text{용량산출} &= 3\text{일간소모전류}/\text{하루충전시간} \\ &= 2.52\,\text{A}/3.5\text{hr} = 720\,\text{mA} \end{aligned} \tag{3.3}$$

태양전지의 규격을 산출하는 데 있어서 용량은 태양전지로부터 얻을 수 있는 출력으로 결정하는 데, 태양전지의 최대출력은 Pmax 로 보통 표현하며, 최적동작전류(Iop)와 최적동작전압(Vop)의 곱으로 나타나게 된다. 최적동작전류와 최적동작전압은 태양전지의 전류-전압 곡선(I-P curve)에 의해 구해진다. 태양전지의 전류-전압곡선과 동작점은 <그림 3.18>에 나타낸 바와 같다.

그림에서 점선과 좌표축에 의해 싸여진 넓이(사선부분)의 크기가 태양전지의 출력의 크기에 대응된다. 전류-전압 곡선은 태양전지에 아무 것도 연결하지 않은 상태의 태양전지의 전압을 말하는 개방전압(Voc)와 태양전지의 양단을 단락(쇼트)한 상태에서 쇼트한 전극으로 흐르는 전류를 말하는 단락전류(Isc)에 의해 결정되는 곡선이다. 이 곡선에 의해서 태양전지로 얻을 수 있는 출력이 결정되는 데 최대출력을 얻을 수 있는 최적동작점은 전류-전압 곡선에 의해서 구해지는 사각형의 넓이가 가장 큰 동작점이 된다. 따라서, 3일간의 소모전류 720mA를 3~4시간 내에 얻을 수 있는 용량을 가진 태양전지를 선정할 수 있었으며, <표 3.13>과 같은 규격을 가지고 있다.



<그림 3.18> 태양전지의 I-V 곡선과 동작점

<표 3.13> 태양전지의 제품 용량

구분	기호	기준
최대출력	Pmax	12.0 W
개방전압	Voc	20.5 V
단락전류	Isc	770 mA
최적동작전압	Vop	17.0 V
최적동작전류	Iop	720 mA

나. Battery의 적정 용량 선정

태양전지는 빛 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 변환기이며 전기를 저장할 수는 없다. 그러므로 빛이 없을 때에도 작동할 필요가 있을 경우나 큰 전류가 필요할 경우에는 전기를 저장할 수 있는 장치가 필요하게 된다. 일반적으로 전기를 저장하는 장치는 콘덴서나 축전기를 이용하게 된다.

콘덴서는 커패시터라고 하며 전기를 비축할 수 있다. 그러나 비축용량은 납 축전지에 비해 매우 작으며 대개 약 500분의 1에서 100만분의 1정도이다.

<표 3.14> 축전장치의 장단점

구분	비교	
이중층 콘덴서	장점	- 고전압(7V 이하)에서 사용가능 - 넓은 온도범위에서 사용가능 : -25℃～+75℃ - 충전시간이 짧음
	단점	- 저장 용량이 작음 : 0.047 ㎌ ～ 22F
니켈-카드뮴 전지	장점	- 큰 전류를 필요로 하는 장치에 사용가능 - 500회이상 충전・방전을 반복할 수 있음 - 넓은 온도범위에서 사용가능 : -20℃～+60℃
	단점	- 자기방전이 큼
납 축전지	장점	- 전지를 구성하는 셀의 규격용량이 큼 : 2V - 넓은 온도범위에서 사용가능 : -20℃～+50℃
	단점	- 전지용량, 작동전압은 전류가 클수록 낮아짐 - 수명이 사용방법, 조건에 따라 영향이 큼

<표 3.15> 축전지의 성능비교

전지명		공칭전압 (V)	보존성	방전특성				충방전 사이클 수명 (사이클)	에너지밀도	
				강전류	전압 안정성	저온	고온		(Wh/kg)	(Wh/l)
납 축 전 지	개방형	2.0	△	○	○	△	○	100～400	30～50	50～80
	밀폐형	2.0	△	○	○	△	○	50～300	15～30	30～70
니켈 - 카드뮴 전지	포켓식 (개방형)	1.2	○	○	○	○	○	500～5,000	15～30	25～50
	소결식 (개방형)	1.2	○	◎	○～◎	◎	○	500～5,000	20～40	30～70
	밀폐형	1.5	△	○～◎	○～◎	○	○	200～1.000	20～35	50～70
기타	산화은축전지	1.5	△	◎	◎	○	○	20～400	60～100	100～250
	은-카드뮴축전지	1.1	○	○～◎	◎	○	○	300～2,000	50～100	80～150
	전기이중층콘덴서	1.8～5.0	×	○	×	○	○	-	-	-

<표 3.16> 지역별 일별 일조시간 3시간 이하 기록 최대일수

구분	측후소	기간	평균	월별											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
서울경기	서울	1967~2003	8	8	7	5	5	6	12	12	13	9	4	7	10
	인천	1967~2003	7	9	7	5	4	4	12	12	8	9	4	6	6
	수원	1973~2003	7	8	8	5	6	4	12	13	9	8	4	6	5
	강화	1974~2003	7	7	7	4	4	4	9	20	10	6	3	5	5
	양평	1973~2003	6	7	3	4	5	4	5	8	9	7	3	5	6
	이천	1973~2003	6	7	4	5	5	4	5	8	5	7	4	6	6
	평균		7	8	6	5	5	4	9	12	9	8	4	6	6
강원	대관령	1972~2003	10	9	7	7	6	5	7	24	25	14	5	8	6
	춘천	1970~2003	7	8	4	5	4	4	12	8	9	8	4	8	7
	강릉	1970~2004	9	7	9	7	5	7	9	17	17	11	6	7	8
	인제	1973~2003	7	7	5	6	5	4	13	10	11	7	4	6	6
	홍천	1973~2003	6	8	4	6	4	4	6	8	8	7	4	6	7
	평균		8	8	6	6	5	5	9	13	14	9	5	7	7
충북	충주	1973~2003	7	8	7	4	6	4	10	9	12	5	11	6	7
	제천	1973~2003	7	8	7	5	5	4	6	9	9	8	4	6	7
	보은	1973~2003	6	7	7	4	5	4	7	6	11	6	4	6	6
	청주	1967~2003	8	7	9	5	5	7	9	8	14	11	5	12	7
	추풍령	1967~2003	8	8	9	8	6	6	7	11	12	11	6	6	6
	평균		7	8	8	5	5	5	8	9	12	8	6	7	7
충남	서산	1968~2003	8	8	8	4	5	6	12	15	10	11	4	7	6
	대전	1971~2003	8	8	6	5	5	6	7	9	14	14	4	6	6
	천안	1973~2003	7	7	7	4	5	5	6	6	9	14	15	6	5
	보령	1973~2003	7	8	7	5	5	4	7	12	8	7	4	6	5
	부여	1973~2003	6	7	4	4	5	4	7	9	10	6	4	6	4
	금산	1973~2003	6	7	6	5	5	4	6	7	11	6	4	6	9
	평균		7	8	6	5	5	5	8	10	10	10	6	6	6
전북	군산	1968~2003	7	8	8	5	4	5	7	13	10	6	4	6	6
	전주	1967~2003	8	8	8	5	5	5	7	12	11	12	6	10	7
	부안	1973~2003	6	7	5	4	4	5	7	8	7	6	4	5	6
	임실	1978~2003	7	8	7	4	4	5	9	10	11	9	6	6	6
	정읍	1973~2003	7	7	5	5	6	5	9	11	11	10	6	6	6
	남원	1973~2003	7	9	8	6	4	5	7	11	7	9	4	9	7
	평균		7	8	7	5	5	5	8	11	10	9	5	7	6

<표 3.16> 지역별 일별 일조시간 3시간 이하 기록 최대일수(계속)

구분	측후소	기간	평균	월별											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
전남	광주	1967~2003	8	9	8	5	5	6	9	12	11	9	7	6	7
	목포	1967~2003	8	10	8	6	5	6	8	13	10	9	6	6	11
	여수	1967~2003	8	7	6	7	5	6	12	13	12	10	6	6	4
	순천	1975~2003	8	8	7	6	5	5	7	13	11	10	6	6	7
	장흥	1973~2003	8	8	7	6	5	4	9	13	15	14	6	6	7
	해남	1973~2003	7	8	6	5	6	4	7	8	13	8	6	5	11
	고흥	1973~2003	7	7	4	4	4	6	9	12	12	8	4	5	6
	평균		8	8	7	6	5	5	9	12	12	10	6	6	8
경북	울릉도	1967~2003	12	17	16	10	4	6	11	23	12	11	6	9	15
	대구	1967~2003	8	8	9	8	5	5	6	16	12	9	7	7	4
	포항	1967~2003	10	8	11	9	6	7	8	19	10	12	8	9	11
	영주	1973~2003	7	7	6	4	5	3	6	14	11	8	4	6	5
	영덕	1973~2005	7	8	6	5	5	4	7	9	11	10	8	5	5
	의성	1973~2006	7	7	6	5	5	4	6	11	12	12	6	6	5
	구미	1973~2007	7	10	6	5	5	5	6	11	12	9	4	6	6
	영천	1973~2008	8	8	8	10	5	4	7	10	12	9	6	9	6
	평균		8	9	9	7	5	5	7	14	12	10	6	7	7
경남	울산	1967~2003	9	8	8	7	6	6	10	16	12	9	8	8	11
	부산	1967~2003	8	8	8	7	6	5	7	14	11	12	6	6	9
	진주	1970~2003	9	7	5	6	6	5	9	22	12	14	5	6	6
	합천	1973~2008	3	2	2	2	2	2	3	5	4	4	2	3	2
	밀양	1973~2009	7	8	6	5	5	3	9	12	10	11	6	6	6
	산청	1973~2010	7	7	6	5	4	5	6	10	10	9	6	6	5
	거제	1973~2011	7	6	8	6	5	5	7	13	11	9	6	6	4
	남해	1973~2012	6	7	6	4	5	5	6	8	11	8	7	6	4
	평균		7	7	6	5	5	5	7	12	10	9	6	6	6
제주	제주	1967~2003	13	23	25	10	10	7	8	10	12	9	11	10	16
	서귀포	1967~2003	10	8	11	7	6	10	13	20	10	8	7	7	7
	성산포	1977~2003	9	9	8	7	6	6	10	11	12	8	8	8	18
	평균		10	13	15	8	7	8	10	14	11	8	9	8	14

Solar Panel을 선정해야 하는 데 있어 태양전지의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 일사량은 일조시간과 관련이 크다. 우리나라의 기후조건을 고려해볼 때 1일 3시간이하의 일조시간이 관측된 연속 최대일수를 분석해본 결과 <표 3.16>에서와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 서울·경기 지방의 6개 측후소를 대상으로 약 30년의 자료로부터 최대 20일의 연속일수를 분석하였고, 월별 평균 8일의 연속일수를 가지고 있음을 알 수 있었다. 이에 따라 <표 3.17>와 같은 조건에 의해 적정한 배터리의 용량을 선정하였다.

배터리에서 공급되는 전원은 만충전된 상태에서 최대 20일간의 전원을 공급할 수 있는 용량을 기준으로 한다. 본 연구에서 선정된 배터리를 설치한 결과 농업용 저수지 수위 관측기의 운영에 있어 오류가 발생하지 않았으며, 장마, 태풍, 호우 등 비상시의 운전을 고려하여 선정된 배터리를 두 개 이상 설치하여 전원공급 불량으로 인한 동작 이상과 같은 원인을 제거하는 방법도 고려할 필요가 있는 것으로 판단된다.

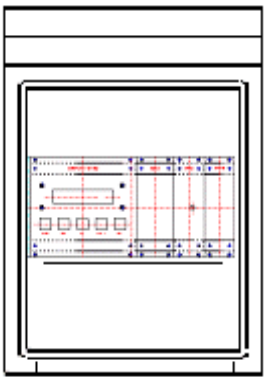
<표 3.17> 배터리의 용량 선정 기준

구분	산정방법	비고
1) 1일 평균 소비전류 Battery 공급일 총 필요 전류 저온 영향	 20일 0.96 × 20 = 19.2AHr 1.2 (1.1~1.3)	 연속최대일수
2) Battery 용량 Battery 용량 방전 후 재충전 고려 필요 Battery 용량	 19.2 × 1.2 = 23.04AHr 0.9 (0.8~0.9) 23.04 / 0.9 = 25.6Ahr	
3) 선정된 Battery 제품용량	12V (31AHr)	

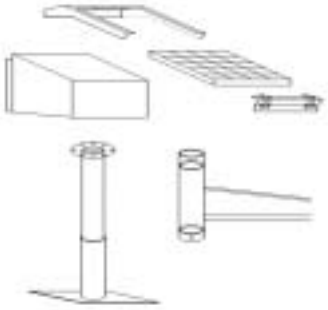
제3절 자동 수위관측기의 개발

3.1 자동 수위관측기 시작기

수위관측기의 제어기가 카드식 Rack형태로 개별 착탈이 가능하도록 하여 유지보수가 간편하도록 하고 하부에 수납함을 두어 배터리 등 현장장비의 수납이 가능하도록 구성하였다. 태양전지판 부분과 계측기함 부분을 결합한 일체형 구조로 설계하여 배선이 단순하고 현장설치가 용이하도록 하였다. 자동 수위관측기 시작기의 각 부분의 구성과 조립도는 <그림 3.19>과 같다.



(a) 내부 PANEL

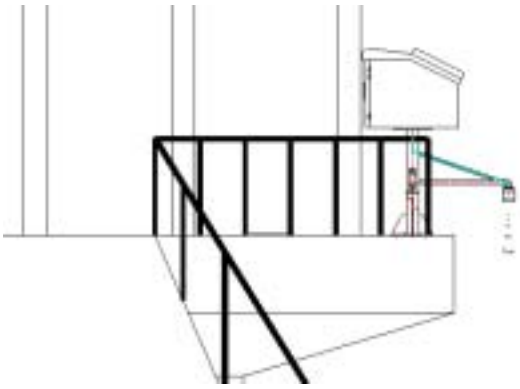


(b) 전체 외형도

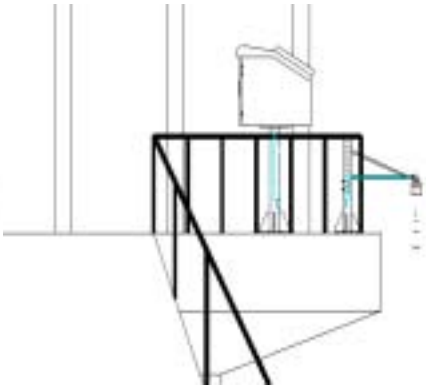
(c) 자동 수위관측기 시작기 조립도

<그림 3.19> 자동 수위관측기 시작기의 구성

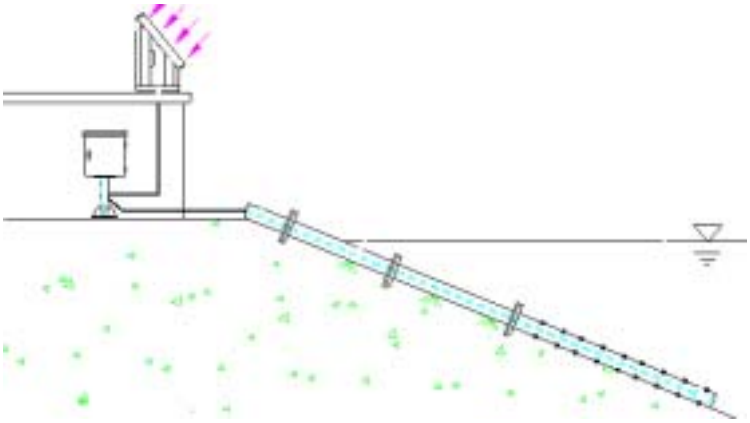
설치 저수지의 수위관측기 설치 환경에 따라 계측기함 부분과 센서지지대 부분이 일체인 경우와 분리된 형태로 센서와 제어기 일체형과 분리형으로 개발하여 다양한 설치환경에 적정하게 대응하도록 하였다. 또한 수위관측기 센서가 압력식 혹은 부표식 등의 경우 기존센서를 이용한 개발 관측기 제어기의 설치도 가능하도록 하였으며, 특히 저수지의 취수시설이 취수탑이 아닌 사통형의 취수시설을 갖는 경우에도 설치할 수 있도록 구성하였다. 자동 수위관측기의 주요 설치형태를 그림을 나타낸 것은 <그림 3.20>에 나타내고 있다.



(a) 센서 및 제어기 일체형



(b) 센서 및 제어기 분리형



(c) 사통 설치형

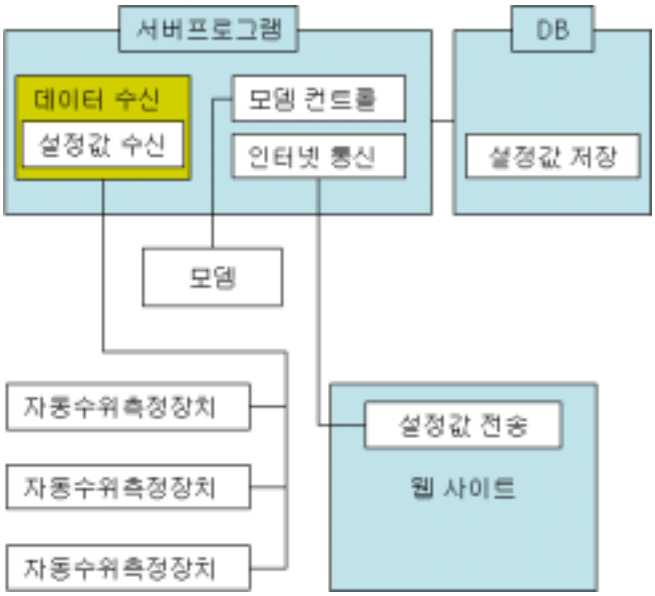
<그림 3.20> 자동 수위관측기 설치형태

3.2 소프트웨어 구성

가. 소프트웨어 개념도

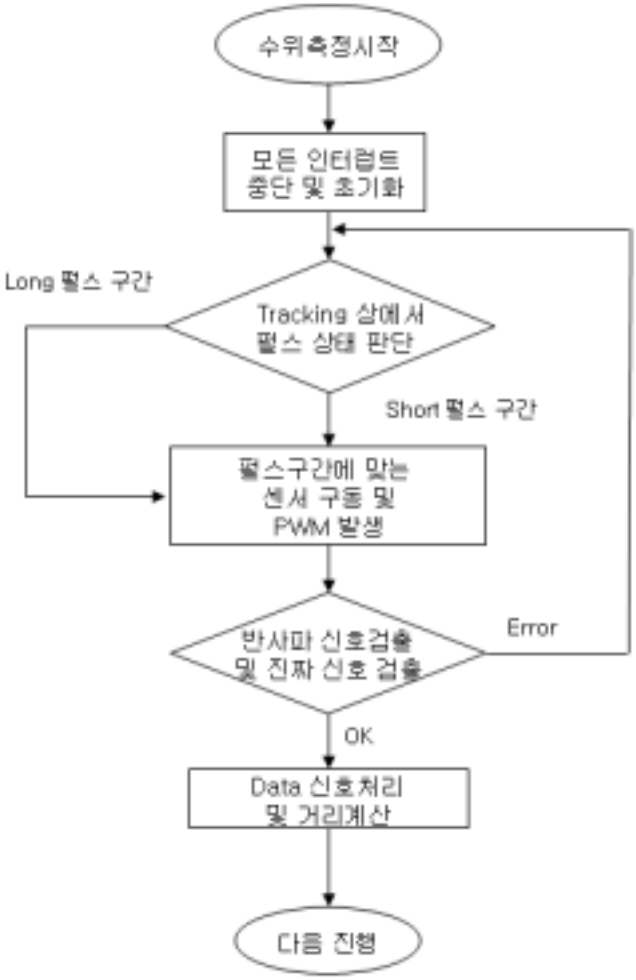
서버 프로그램내에 양방향 데이터 송수신 프로그램, 모뎀 컨트롤 프로그램, 웹 프로그램으로 구성되며 <그림 3.21>와 같다. 본 연구에서는 계측기의 제어기에서 센서, 모뎀을 제어하고 관측된 수위를 제어하기 위한 프로그램으로 자동 수위관측기를 구성하는 하드웨어를 제어하는 알고리즘을 개발하였다. 알고리즘의 개요는 <그림 3.22>에 나타내고 있다.

또한 관측된 수위의 이상유무를 진단하기 위한 수위관측 및 진단 알고리즘을 개발하였고, Solar panel과 배터리의 전원상태를 관리하고 진단하기 위한 알고리즘을 개발하였다. 개발된 알고리즘은 <그림 3.23>, <그림 3.24>에 나타내었다.

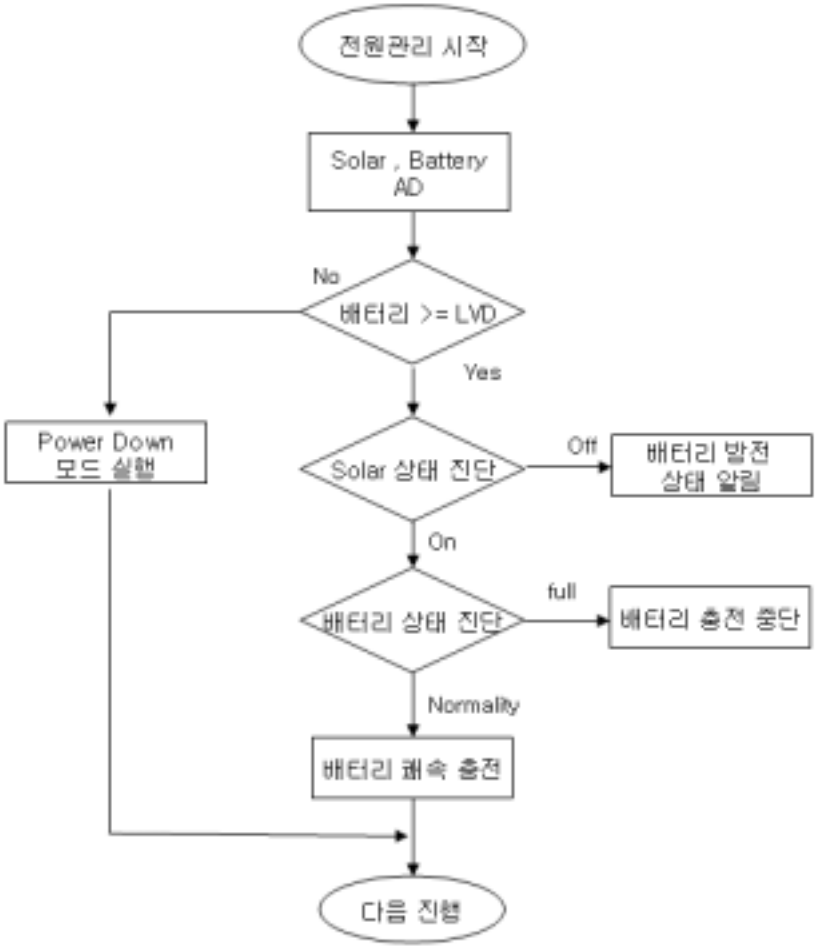


<그림 3.21> 소프트웨어 개념도

<그림 3.22> 자동 수위관측기의 제어 과정 개요



<그림 3.23> 수위측정 및 진단 알고리즘

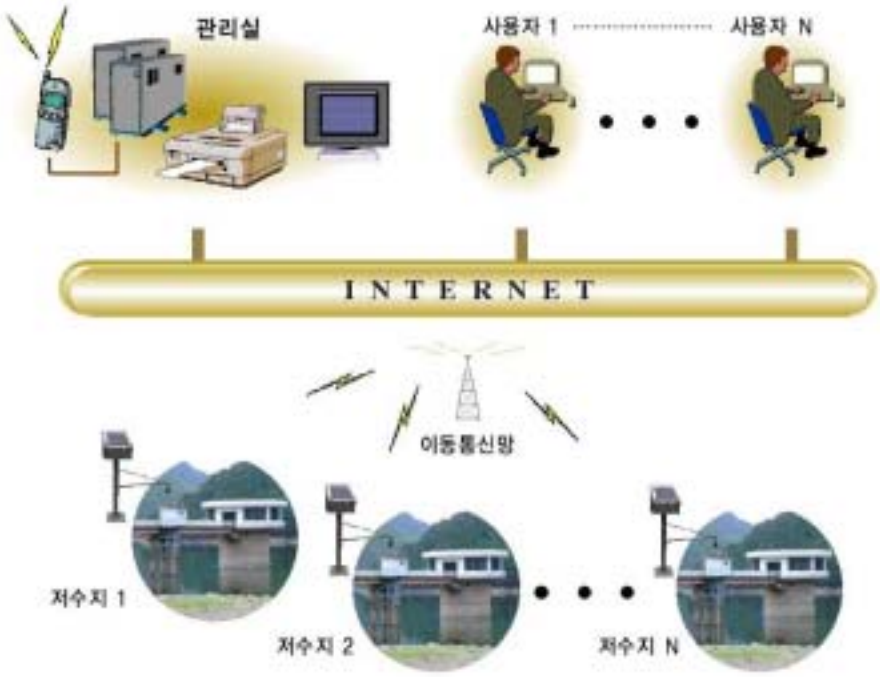


<그림 3.24> 전원관리 및 진단 알고리즘

나. 시스템 구성

저수지 자동 수위관측기는 현장에서 계측되는 자료뿐만 아니라 이를 관리하는 중앙관리소 및 이용하는 사용자까지 포함하는 통합시스템으로 구성되어 있어야 한다.

본 연구에서 개발한 시스템의 구성은 자동수위관측기(현장), 이동통신망, 정보통신망(LAN), 데이터베이스 및 웹 서버로 구성되며 <그림 3.25>과 같다. 현장에서 계측된 각 저수위 자료는 이동통신망을 통하여 중앙관리소의 서버 컴퓨터로 전송되며 서버에서 구축된 수위관측자료는 각 사용자에게 실시간으로 이용할 수 있게 데이터베이스로 변환되어 제공된다.



<그림 3.25> 시스템 구성도

제4장 현장 시험

제1절 대상지구의 선정

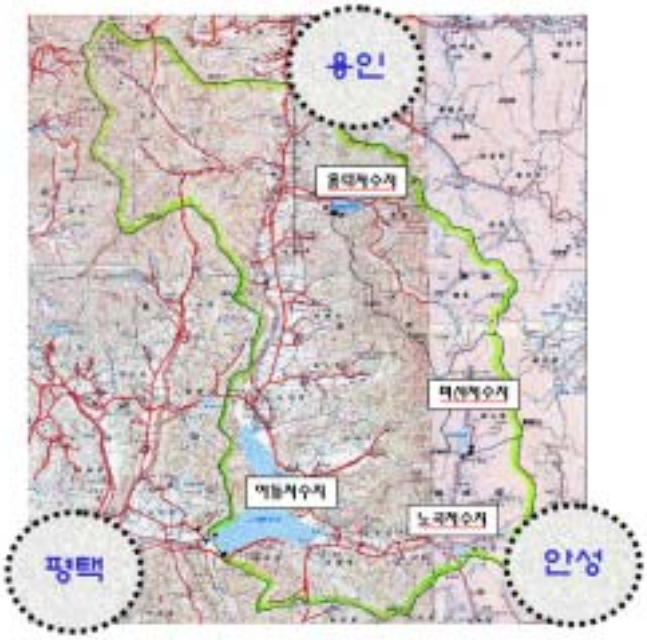
1.1 설치대상지 선정

조사대상 10개 저수지를 조사한 결과를 토대로 개발 수위계의 설치 대상지 선정은 먼저 검측을 위하여 기존 관측자료의 구득이 가능할 것, 유지관리를 위해 접근이 용이할 것, 저수지 수위-내용적 자료 등 일반 저수지 제원자료가 있는 곳을 위주로 선정하도록 하였다.

이상의 선정 기준으로 2003년에는 경기도 안성의 이동, 용덕, 미산 저수지의 3개의 저수지를 선정하였다. 선정된 저수지는 기존의 자동수위계가 설치되어 과거 관측기록이 있으며 계기 검증 또한 수시로 이루어지고 있어 시험대상지구 선정으로 적정하다고 판단되었다. 초기 시작기가 설치되어 시험운영을 한 결과를 바탕으로 시작기를 보완하여 자동 수위관측기 제품을 개발하여 2004년에는 기존의 3개 저수지 이외에 경기도 안산의 반원저수지, 경기도 안성의 노곡저수지 및 반월저수지의 3개 저수지를 추가로 선정하여 자동 수위관측기를 설치하였다.

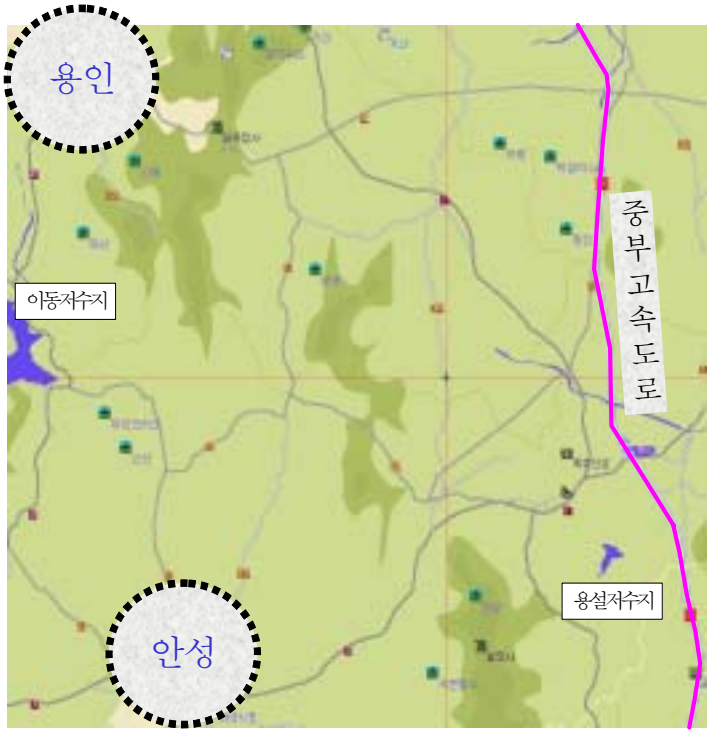
선정된 저수지에 대한 주요 제원은 <표 4.3>에 나타낸 바와 같으며, 이들 저수지는 최근에 내용적 측량을 실시하여 본 연구에서 개발한 저수지 자동수위관측기를 검정하는 데 효과적일 것으로 판단되었다

이동저수지는 유효저수량이 17,200천㎥인 규모가 큰 농업저수지이고 용덕저수지, 미산저수지 및 노곡저수지는 유효저수량이 각각 1,003천㎥, 1,754천㎥, 226천㎥인 중소규모 저수지이다. 용덕, 미산, 노곡저수지는 <그림 4.1>에 나타낸 바와 같이 이동저수지 상류 유역에 위치하고 있다. 반월저수지는 경기도 안산시 반월면에 위치하고 있는 저수지로 유효저수량이 1,186천㎥이다. 반월저수지의 위치도는 <그림 4.2>에 나타낸 바와 같다. 용설저수지는경기도 안성시 죽산면 용설리에 위치하고 있으며 유효저수량은 3064천㎥이다. 용설저수지의 위치도는 <그림 4.3>에 나타낸 바와 같다.



<그림 4.1> 현장시험 저수지 위치도 : 경기도 안성시 소재 저수지

<그림 4.2> 현장시험 저수지 위치도 : 경기도 안양시 소재 저수지



<그림 4.3> 현장시험 저수지 위치도 : 경기도 안성시 소재 저수지

1.2 교통

이동저수지, 용덕저수지, 미산저수지, 노곡저수지가 위치하는 이동지구는 경기도의 교통중심지인 오산시에 인접하고 있으며 저수지의 서쪽에는 북쪽에서 남쪽으로 경부고속도로가 지나가고 있으며, 동쪽으로는 1번, 45번 국도와 302번 지방도가 지구를 인접하여 통과하고 있다.

반월저수지지구는 농어촌연구원에서 차량으로 10분거리에 위치한 곳 수인산업도로 안성시 부근에 위치하고 있으며 유역내로 영동고속도로와 고속철도가 지나가고 있으며 관개구역으로 서해안고속도가 위치한다.

용설저수지지구는 중부고속도로 일죽IC 근처에 위치하고 있으며 관개구역으로 39번 국도가 통과하고 있다.

1.3 기상개황

가. 대상 기상관측소

이동저수지, 미산저수지, 용덕저수지, 노곡저수지가 위치하는 이동지구의 대상 기상관측소는 티센망(Thissen－network)으로 구분하면 수원측후소가 해당되며 반월저수지 역시 수원기상대에 해당된다. 용설저수지의 경우는 이천측후소에 해당되는 지구이다.

나. 기상특성

대상지구가 있는 우리나라 중부지방의 기후는 겨울철에는 시베리아에서 발달한 한랭 건조한 강한 북서풍이 불고 여름철에는 온난 습윤한 남동풍 및 남서풍이 지배적이다.

수원기상대의 연평균 기온은 11℃정도이며, 최고 기온은 여름에 35℃까지 올라가며 최저 기온은 겨울에 영하 26℃까지 내려간다.

연평균 상대습도는 73%정도이며 연평균 증발량은 1,103mm정도로 나타나고 있다. 지구의 연평균 강우량은 약 1,307mm(수원 측후소 기준)이며 수원 측후소의 연도별 기상 특성은 <표 4.1>과 같다.

이천기상대의 연평균 기온은 11.6℃, 최고 기온은 여름에 38.3℃까지 올라가며 최저 기온은 겨울에 영하 26.5℃까지 내려간다.

연평균 상대습도는 72.2%정도이며 지구의 연평균 강우량은 약 1,270.4mm(이천 측후소 기준)이며 이천 측후소의 연도별 기상 특성은 <표 4.2>과 같다.

<표 4.1> 대상지구 기상특성 (수원측후소)

구분 / 월별	강우량 mm	기 온(℃)			상대습도 (%)	일조시간 (hr/mon)	운량 (1/10)
		평 균	최 고	최 저			
1	23.7	-3.2	2.1	-7.9	68.1	166.1	3.9
2	25.3	-1	4.4	-5.7	67.3	174.3	4
3	46.9	4.5	10.2	-0.7	67.1	204.6	4.5
4	76.1	11.2	17.6	5.3	65.5	218.5	4.6
5	95.1	16.7	22.6	11.2	69.4	233.1	5
6	133.4	21.4	26.5	17	74.6	199.1	6.1
7	302.9	24.8	28.9	21.5	80.6	156.5	7
8	305.9	25.2	29.5	21.6	79.7	173.8	6.2
9	133.7	20.2	25.6	15.5	76.9	192.2	5.1
10	52.4	13.4	19.8	7.7	74.1	200.1	4
11	50.9	6.1	11.9	1.1	72.2	157.7	4.3
12	24.1	-0.4	4.8	-5	70.3	157.4	3.9

<표 4.2> 대상지구 기상특성 (이천측후소)

구분 / 월별	강우량 mm	기 온(℃)			상대습도 (%)	일조시간 (hr/mon)	운량 (1/10)
		평 균	최 고	최 저			
1	23.2	-4	1.7	-9.1	67.5	190.2	3.8
2	25.1	-1.1	4.8	-6.5	64.7	201.6	4
3	49.6	4.7	11.1	-1.1	62.6	231.3	4.5
4	87.3	11.6	18.8	4.8	60.7	244	4.5
5	98.5	16.9	23.7	10.7	64.9	263.7	4.9
6	146.4	21.5	27.2	16.4	71.4	241.5	5.9
7	328.3	24.6	29.3	20.8	79.3	204.7	7
8	291.7	24.8	29.8	20.8	78.8	216.8	6
9	158.8	19.4	25.5	14.5	76	215.2	5.3
10	49	12.6	19.7	6.6	72	221.1	4.3
11	46.4	5.2	11.3	0	70.8	173.8	4.5
12	25.4	-1.3	4.2	-6.2	70.1	177.4	3.9

1.4 시설현황

자동수위관측기가 설치되어 있는 대상지구는 이동지구, 반월지구, 용설지구로 나눌 수 있다. 이동지구내의 수리시설은 이동저수지를 주수원공으로 하여 저수지, 양수장들로 구성되어 있으며 저수지로는 이동저수지와 이동저수지 상류유역에 용덕, 미산, 노곡 저수지의 3개소가 있다. 또한 용설지구와 반월지구는 용설저수지와 반월저수지를 주수원으로 하여 관개하는 지구이다.

각 저수지의 제원은 <표 4.3>와 같다. 반월지구는 농업기반공사 수원지사가 이동지구의 용덕저수지와 이동저수지는 평택지사가, 이동지구의 미산저수지와 노곡저수지 그리고 용설저수지는 안성지사에서 관리하고 있다.

<표 4.3> 저수지 제원

구 분		저 수 지 명					
		이 동	용 덕	미 산	용 설	노 곡	반 월
면적 (ha)	유역면적	9,300	1,250	442	790	200	1,220
	수혜면적	2,063	261	199	395	40	365.1
저수량 (천㎥)	유효 저수량	17,200	1,003	1,754	3,020	227	1,186
저수위 (m)	만 수 위	11.70	9.50	16.50	11.80	7.00	7.00
	홍 수 위	14.19	10.50	19.00	13.00	7.90	7.50
제 당 (m)	높 이	17.5	13.4	25.0	19.00	10.00	11.42
	길 이	660	299	251	459	131	352
	여수토 형식	텐터게이트	물넘이식	물넘이식	측구식	월류식 게이트식	측수로식 게이트식
기 타	위치 (경기)	용인 이동	용인 이동	안성 양성	안성 죽산	안성 양성	군포 둔대
	관리기관	평택지사 송탄지소	평택지사 송탄지소	안성지사 공도지소	안성지사 죽산지소	안성지사 공도지소	수원지사 수완지소

1.5 저수지 지구 수위-내용적 측량

가. 내용적 측량

대상 저수지에 대한 내용적 측량은 2003년에 실시한 결과를 이용하였다. 저수지의 내용적 측량은 GPS장비를 이용하여 내용적 측량을 실시하였다. <그림 4.4> 및 <표 4.4>은 저수지 내용적 측량 광경 및 측량 결과를 나타내고 있다.

6개 저수지의 수위별 내용적표는 <표 4.5>~<표 4.10>와 같다.

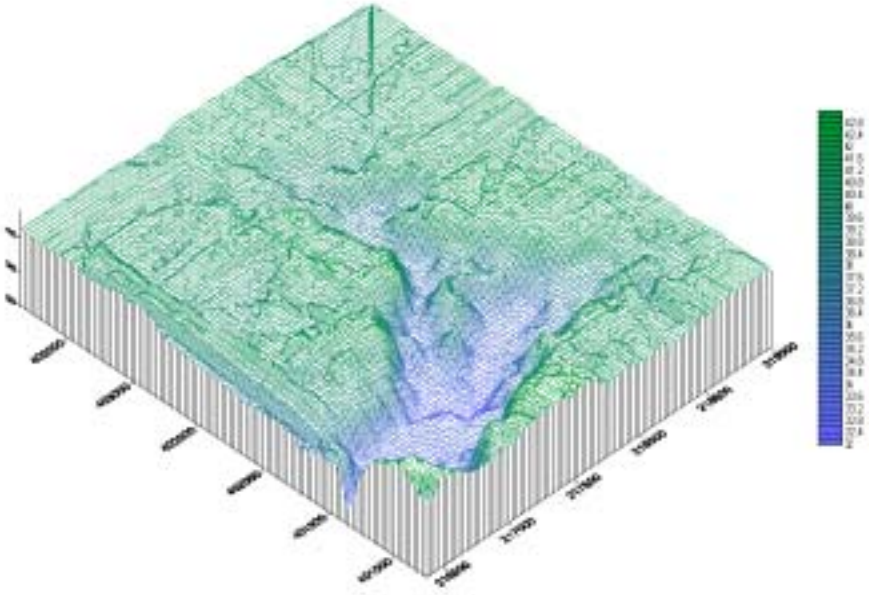
<그림 4.4> 내용적 측량

<표 4.4> 자동 수위관측기 설치 저수지 수위-내용적 관계식

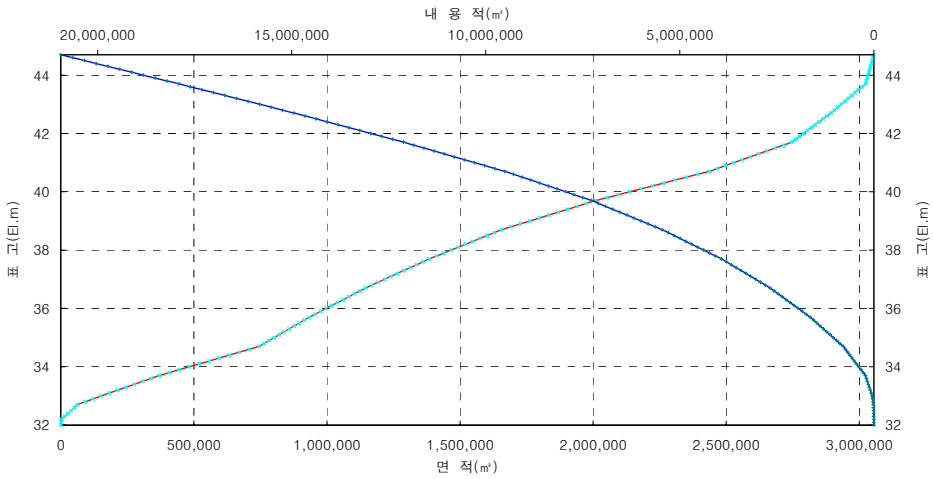
구분	측량방법	측량연도	수위-내용적관계식
이동	GPS	2003	$Y = 566.44\ X^3 + 131346\ X^2 + 190596\ X + 90400$
용덕	GPS	2003	$Y = 77.628\ X^4 - 2244.3\ X^3 + 21299\ X^2 - 59740\ X + 47088$
미산	GPS	2003	$Y = 5424.1\ X^2 + 20818\ X + 2912.6$
용설	-	2003	$Y = 26871\ X^2 - 30051\ X + 25028$
노곡	GPS	2003	$Y = 17.648\ X^5 - 461.56\ X^4 + 4155.3\ X^3 - 9370.4\ X^2 + 11697\ X - 8629.5$
반월	GPS	2003	$Y = 26871\ X^2 - 30051\ X + 25028$

가. 이동저수지

이동저수지의 내용적 측량결과 3차원투영도는 <그림 4.5>과 같으며 수위-내용적 및 수위-수표면적 곡선은 <그림 4.6>과 같다.



<그림 4.5> 3차원도 투영도



<그림 4.6> 수위-내용적 곡선

측량결과로부터 구한 수위(m)-내용적(㎥) 곡선식은 다음 식과 같다.

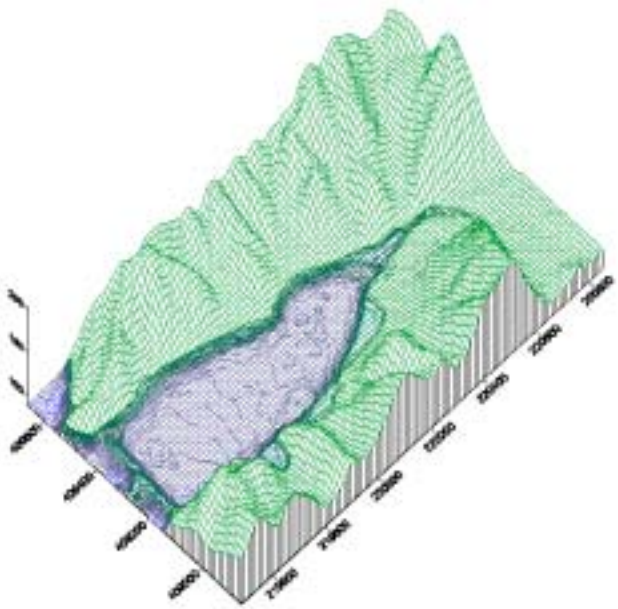
$$Y = 566.44\ X^3 + 131346\ X^2 + 190596\ X + 90400 \qquad (4.1)$$

수위(m)-저수율(%) 곡선식은 다음 식과 같다.

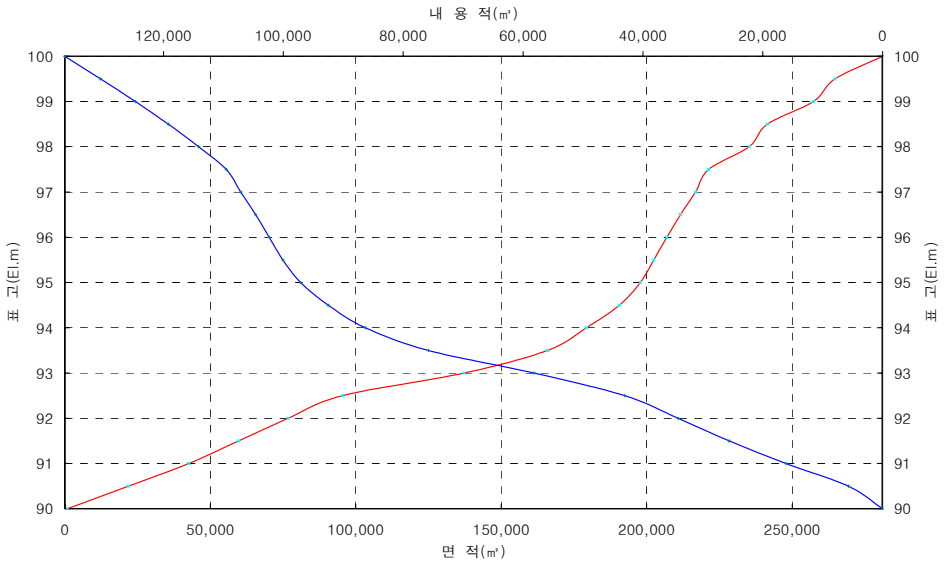
$$Y = 0.0027\ X^3 + 0.627\ X^2 + 0.9098\ X + 0.4315 \qquad (4.2)$$

나. 용덕저수지

용덕저수지의 내용적 측량결과 3차원투영도는 <그림 4.7>과 같으며 수위-내용적 및 수위-수표면적 곡선은 <그림 4.8>과 같다.



<그림 4.7> 3차원도 투영도



(b)

<그림 4.8> 수위-내용적 곡선

측량결과로부터 구한 수위(m)-내용적(㎥) 곡선식은 다음 식과 같다.

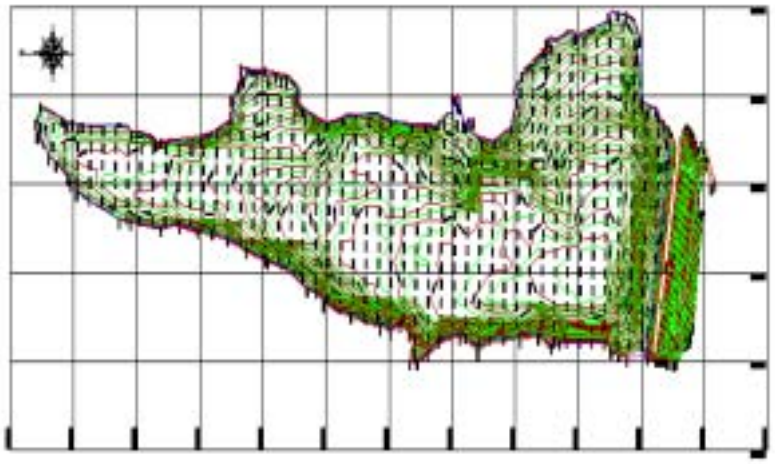
$$Y = 77.628\ X^4 - 2244.3\ X^3 + 21299\ X^2 - 59740\ X + 47088 \qquad (4.3)$$

수위(m)-저수율(%) 곡선식은 다음 식과 같다.

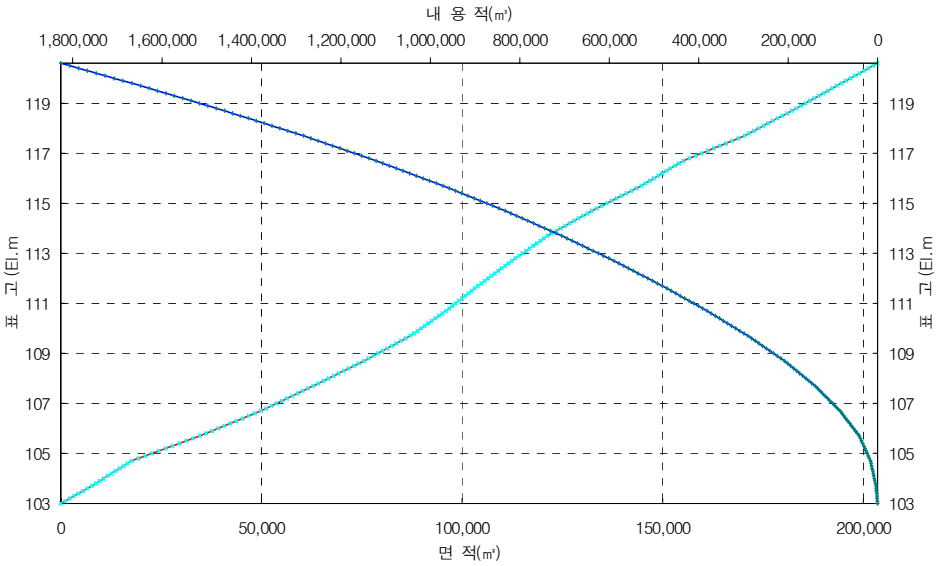
$$Y = 1.2266\ X^2 + 0.2905\ X - 15.658 \qquad (4.4)$$

다. 미산저수지

미산저수지의 내용적 측량결과 격자수심도는 <그림 4.9>과 같으며 수위-내용적 및 수위-수표면적 곡선은 <그림 4.10>과 같다.



<그림 4.9> 격자수심도



<그림 4.10> 수위-내용적 곡선

측량결과로부터 구한 수위(m)-내용적(㎥) 곡선식은 다음 식과 같다.

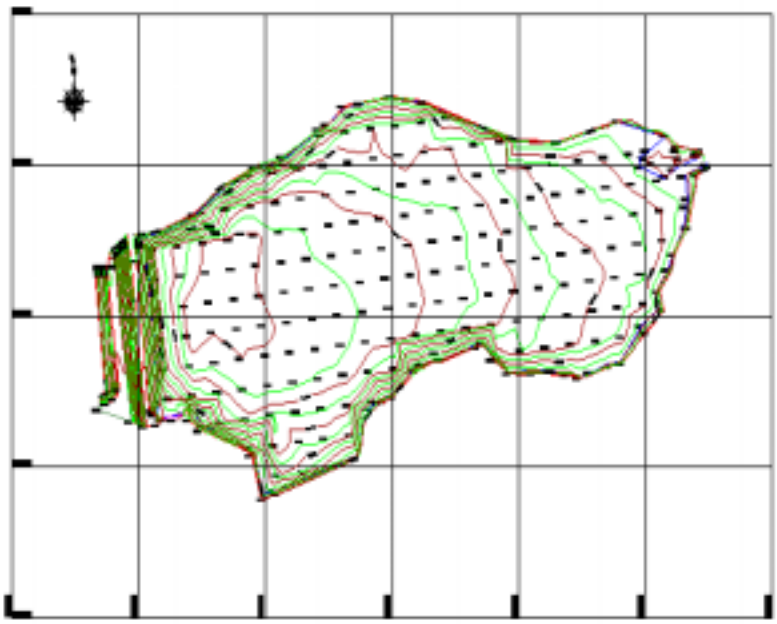
$$Y = 5424.1\ X^2 + 20818\ X + 2912.6 \qquad (4.5)$$

수위(m)-저수율(%) 곡선식은 다음 식과 같다.

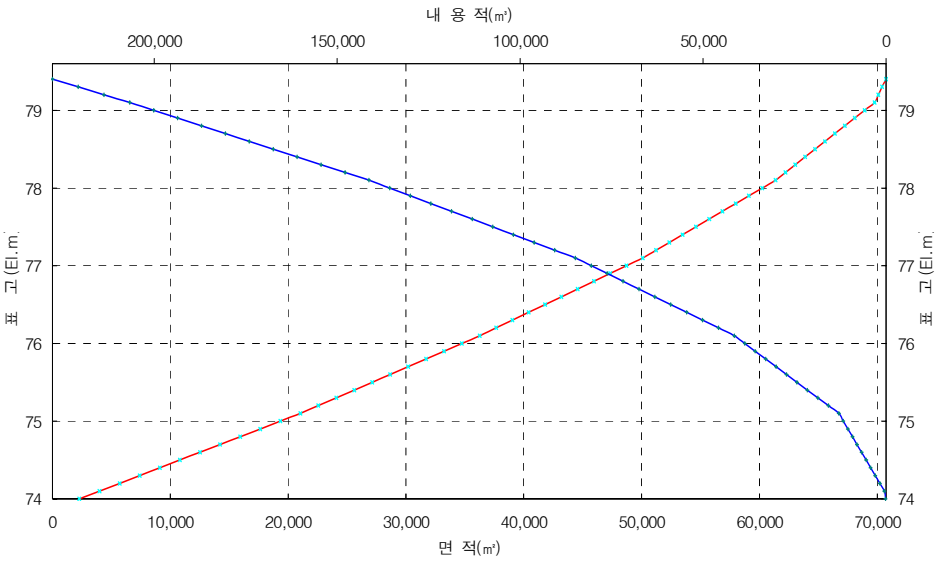
$$Y = 0.297\ X^2 + 1.1398\ X + 0.1594 \qquad (4.6)$$

라. 노곡저수지

노곡저수지의 내용적 측량결과 격자수심도는 <그림 4.11>과 같으며 수위-내용적 및 수위-수표면적 곡선은 <그림 4.12>과 같다.



<그림 4.11> 격자수심도



<그림 4.12> 수위-내용적 곡선

측량결과로부터 구한 수위(m)-내용적(㎥) 곡선식은 다음 식과 같다.

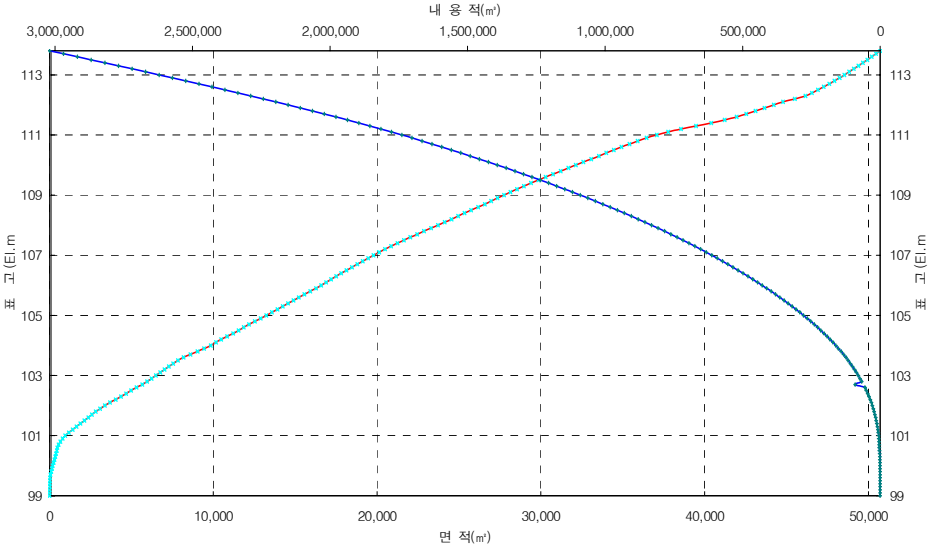
$$Y = 17.648\ X5 - 461.56\ X4 + 4155.3\ X3 - 9370.4\ X2 + 11697\ X - 8629.5 \qquad (4.7)$$

수위(m)-저수율(%) 곡선식은 다음 식과 같다.

$$Y = 0.0077\ X5 - 0.2009\ X4 + 1.81\ X3 - 4.0583\ X2 + 5.0329\ X - 3.717 \qquad (4.8)$$

마. 용설저수지

노곡저수지의 내용적 측량결과 수위-내용적 및 수위-수표면적 곡선은 <그림 4.13>과 같다.



<그림 4.13> 내용적 측량결과(용설저수지)

측량결과로부터 구한 수위(m)-내용적(㎥) 곡선식은 다음 식과 같다.

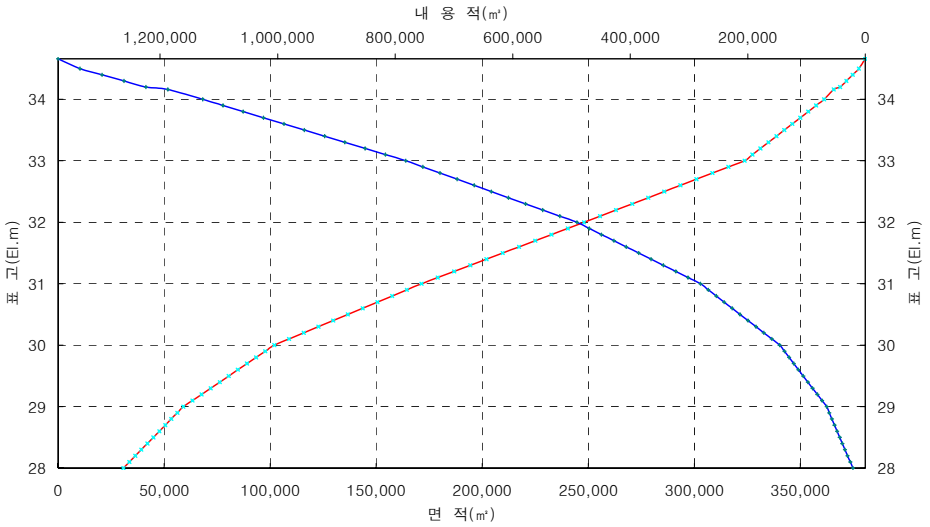
$$Y = 561.22\ X^3 + 10765\ X^2 + 49465\ X + 21248 \qquad (4.9)$$

수위(m)-저수율(%) 곡선식은 다음 식과 같다.

$$Y = 0.0188\ X^3 + 0.3516\ X^2 + 1.6743\ X + 0.6204 \qquad (4.10)$$

바. 반월저수지

반월저수지의 내용적 측량결과 수위-내용적 및 수위-수표면적 곡선은 <그림 4.14>과 같다.



<그림 4.14> 내용적 측량결과(반월저수지)

측량결과로부터 구한 수위(m)-내용적(㎥) 곡선식은 다음 식과 같다.

$$Y = 26871\ X^2 - 30051\ X + 25028 \tag{4.11}$$

수위(m)-저수율(%) 곡선식은 다음 식과 같다.

$$Y = 2.2642\ X^2 - 2.5321\ X + 2.1089 \tag{4.12}$$

<표 4.5> 저수위별 저수량 및 저수율 (이동저수지)

저수위(m)	저수량(천㎥)	저수율(%)	비고
0.0	43	0.2	만수위:11.7
0.5	169	0.8	사수위:0.0
1.0	390	1.9	
1.5	675	3.2	
2.0	1,044	5.0	
2.5	1,469	7.0	
3.0	1,949	9.3	
3.5	2,465	11.8	
4.0	3,048	14.5	
4.5	3,674	17.5	
5.0	4,383	20.9	
5.5	5,146	24.6	
6.0	5,999	28.6	
6.5	6,911	33.0	
7.0	7,945	37.9	
7.5	9,060	43.2	
8.0	10,289	49.1	
8.5	11,594	55.3	
9.0	12,963	61.9	
9.5	14,374	68.6	
10.0	15,829	75.6	
10.5	17,315	82.6	
11.0	18,821	89.8	
11.5	20,342	97.1	
11.7	20,950	100.0	

<표 4.6> 저수위별 저수량 및 저수율 (용덕저수지)

저수위(m)	저수량(천㎥)	저수율(%)	비고
3.0	6	0.6	만수위:9.5
3.5	16	2.3	사수위:0.0
4.0	26	5.0	
4.5	34	8.6	
5.0	43	13.1	
5.5	58	19.3	
6.0	76	27.3	
6.5	86	36.4	
7.0	92	46.1	
7.5	97	56.3	
8.0	100	66.9	
8.5	102	77.7	
9.0	105	88.7	
9.5	107	100.0	
10.0	110	111.5	
10.5	114	123.6	
11.0	119	136.1	
11.5	125	149.3	
12.0	131	163.0	
12.5	136	177.4	

<표 4.7> 저수위별 저수량 및 저수율 (미산저수지)

저수위(m)	저수량(천㎥)	저수율(%)	비고
0.0	8	0.5	만수위:16.5
0.5	15	0.8	사수위:0.0
1.0	26	1.4	
1.5	38	2.1	
2.0	58	3.2	
2.5	80	4.4	
3.0	106	5.8	
3.5	134	7.4	
4.0	167	9.2	
4.5	201	11.0	
5.0	241	13.2	
5.5	282	15.4	
6.0	326	17.9	
6.5	372	20.4	
7.0	421	23.1	
7.5	471	25.8	
8.0	525	28.7	
8.5	579	31.7	
9.0	636	34.8	
9.5	694	38.0	
10.0	757	41.4	
10.5	820	44.9	
11.0	888	48.6	
11.5	958	52.4	
12.0	1,032	56.5	
12.5	1,106	60.6	
13.0	1,186	64.9	
13.5	1,267	69.4	
14.0	1,354	74.1	
14.5	1,443	79.0	
15.0	1,535	84.1	
15.5	1,629	89.2	
16.0	1,727	94.6	
16.1	1,747	95.7	
16.5	1,827	100.0	

<표 4.8> 저수위별 저수량 및 저수율 (용설저수지)

저수위(m)	저수량(천㎥)	저수율(%)	비고
0.0	28	0.9	만수위:11.8
0.5	50	1.7	사수위:1.0
1.0	80	2.6	
1.5	116	3.8	
2.0	161	5.3	
2.5	216	7.1	
3.0	278	9.2	
3.5	349	11.6	
4.0	429	14.2	
4.5	517	17.1	
5.0	612	20.3	
5.5	717	23.7	
6.0	831	27.5	
6.5	956	31.6	
7.0	1,091	36.1	
7.5	1,235	40.9	
8.0	1,392	46.1	
8.5	1,559	51.6	
9.0	1,739	57.6	
9.5	1,936	64.1	
10.0	2,152	71.3	
10.5	2,382	78.9	
11.0	2,622	86.8	
11.5	2,868	95.0	
11.8	3,020	100.0	

<표 4.9> 저수위별 저수량 및 저수율 (노곡저수지)

저수위(m)	저수량(천㎥)	저수율(%)	비고
1.6	0.1	0.1	만수위:7.0
2.0	4	1.8	사수위:
2.5	10	4.6	
3.0	21	9.4	
3.5	36	15.7	
4.0	54	23.9	
4.5	76	33.5	
5.0	102	44.7	
5.5	130	57.1	
6.0	161	70.6	
6.5	194	85.0	
7.0	228	100.0	

<표 4.10> 저수위별 저수량 및 저수율 (반월저수지)

저수위(m)	저수량(천㎥)	저수율(%)	비고
0.8	21	1.8	만수위:7.0
0.9	25	2.1	사수위:0.84
1.0	30	2.5	
1.5	52	4.4	
2.0	82	6.9	
2.5	122	10.2	
3.0	173	14.5	
3.5	240	20.2	
4.0	322	27.2	
4.5	428	36.0	
5.0	549	46.3	
5.5	695	58.5	
6.0	851	71.7	
6.5	1,024	86.3	
7.0	1,187	100.0	
7.5	1,262	106.3	
7.9	1,374	115.7	

나. 저수지 내용적곡선 모의발생

본 연구에서는 농업기반공사 관할 저수지를 대상으로 자동 수위관측기를 설치하는 경우 계측된 저수위로부터 현재 저수량을 산정하기 위해 사용하는 수위-내용적 관계가 설계서 혹은 측량에 의한 결과가 있는 경우 그 값을 이용하지만 대부분의 저수지는 저수지 내용적 곡선이 없는 경우가 많으므로 김현영 등(1995)이 제안한 저수위 내용적 곡선의 모의발생방법을 사용한다.

본 연구에서 적용한 저수지 내용적 곡선의 모의발생을 위한 필요자료는 저수지의 유효수심과 유역 및 저수지 위치의 지형적인 특성을 반영할 수 있는 지상인자이다. 이들 자료중 『농업기반조성사업통계연보』로부터 쉽게 구득할 수 있는 자료는 제당높이와 유효저수량의 두 가지이므로 유효저수량과 수심간의 상관관계를 분석하기 위해 제당높이를 유효수심으로 변환하는 과정이 필요하다.

유효수심을 추정하기 위하여 통계적인 방법을 이요하여 추정한 결과는 다음 식과 같다.

$$Y = 0.625X \quad \text{(제당높이 20m이하)} \tag{4.13}$$

$$Y = 0.935X - 6.457 \quad \text{(제당높이 20m이상)} \tag{4.14}$$

대상 저수지의 만수위를 100으로 보고 각 수심에 대한 내용적을 전체 내용적에 표고별로 차지하는 저수위별 내용적비로 계산하였을 때, 유역의 지상인자중 내용적 곡선특성을 나타내는 기복량비를 주요인자로 선정하였다. 기복량비는 Schumn이 제시한 유역내에서 지형상 고도의 기복을 나타내는 것으로서 최고점과 최저점과의 표고차를 본류하천의 연장으로 나눈 값으로 결정되며, 저수지 형태를 결정할 수 있는 하천장, 고도, 경사도 특성을 내포하기 때문에 내용적 곡선의 특성과 비슷한 결과를 잘 보여준다,

우리나라의 농업용 저수지를 분석한 결과 내용적 곡선의 분포형태는 기복량비의 범위에 따라 다음의 3가지로 분류할 수 있다.

- 곡면의 정도가 낮은 그룹(FIT1) : 기복량비 20.5이하
- 곡면의 정도가 심한 그룹(FIT2) : 기복량비 48.4~58.1

- 곡면의 정도가 중간 정도인 그룹(FIT3)　　: 기복량비 85.7

본 연구에서 저수지 내용적 곡선이 없는 저수지에 대해 저수지 내용적의 모의 발생 관계식은 다음의 식과 같다.

FIT1 : $Y = 0.0010\ X^{2.504}$ (4.15)

FIT2 : $Y = 0.2715\ X^{1.258}$ (4.16)

FIT2 : $Y = 0.0027\ X^{2.294}$ (4.17)

FIT2 : $Y = 0.0052\ X^{2.128}$ (4.18)

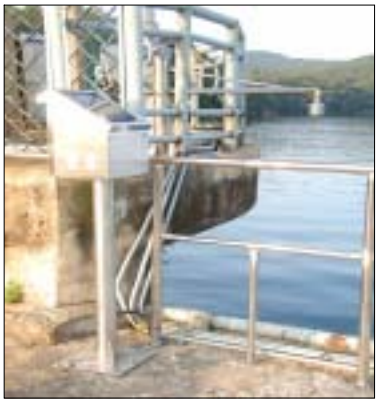
제2절 자동 수위관측기 현장설치

2003년에 1차 시작품으로 3개 저수지에 자동수위관측기를 설치하였으며 2004년에 2차 시작품으로 3개 저수지에 설치하였다. 2003년에는 경기도 용인시에 위치하는 이동유역의 3개저수지인 이동저수지, 용덕저수지, 미산저수지에 수위계를 설치하였으며 2004년에는 이동유역에 1개소 경기 안양지역에 1개소 경기 안성시 죽산면에 1개소 설치하였다.

2.1 이동저수지

이동저수지 지구는 기존에 초음파 수위계가 취수탑에 설치되어 운영되고 있으며, 데이터로거에 의해 데이터를 구축하고 있다. 본 연구를 통하여 자동 수위관측기를 설치하여 본 시스템의 성능을 평가하고자 선정된 지구이다. 자동 수위관측기는 <그림 4.15>과 같이 취수탑에 설치하였다. 이동저수지에 설치된 자동수위관측기는 초음파식 수위계이다.

<그림 4.15> 이동저수지 전경



<그림 4.16> 이동저수지 취수탑 및 수위계측기

2.2 용덕저수지

용덕저수지 지구는 기존에 초음파 수위계가 취수탑에 설치되어 운영되고 있으며, 데이터로거에 의해 데이터를 구축하고 있는 지구로 이동저수지, 미산저수지와 마찬가지로 자동수위관측기의 성능을 평가하고자 선정한 지구이다. 자동수위관측기는 <그림 4.17>과 같이 취수탑으로 들어가는 다리 부분에 설치하였으며 기존의 수위계는 취사탑 보호시설 안쪽에 설치되어 있다. 용덕저수지에 설치된 자동수위관측기는 초음파식 수위계이다.

<그림 4.17> 용덕저수지 취수탑 전경 및 수위계측기

2.3 미산저수지

미산저수지 지구는 기존에 압력식 수위계가 사통부에 설치되어 운영되고 있으며, 데이터로거에 의해 데이터를 구축하고 있는 지구로 이동저수지, 용덕저수지와 함께 자동수위관측기의 성능을 평가하고자 선정한 지구이다. 자동수위관측기는 <그림 4.18>과 같이 사통부분이 설치된 경사부에 센서를 설치하고 수위계함은 사통관리 시설물 안에 설치하였다. 미산저수지에 설치된 자동수위관측기는 압력식 수위계이다.

<그림 4.18> 미산저수지 사통부분 및 수위계측기

2.4 용설저수지

용설저수지 지구는 2004년에 2차 시작기가 설치된 지구이다. 취수시설은 취수탑이며 자동수위관측기는 취수탑위에 <그림 4.19>과 같이 일조조건이 양호한 위치에 설치하였다. 설치된 자동수위관측기는 초음파식 수위계이다.

<그림 4.19> 용설저수지 취수탑 및 수위계측기

2.5 노곡저수지

노곡저수지 지구는 2004년에 2차 시작기가 설치된 지구이다. 취수시설은 사통이며 자동수위관측기는 미산저수지와 같이 센서부분은 사통의 경사부분에 설치하였고 수위계함은 사통 관리시설물 옆에 일조조건이 좋은 위치에 <그림 4.20>과 같이 설치하였다. 설치된 자동수위관측기는 압력식 수위계이다.

<그림 4.20> 노곡저수지 취수탑 및 수위계측기

2.6 반월저수지

반월저수지 지구는 2004년에 2차 시작기가 설치된 지구이다. 취수시설은 취수탑이며 자동수위관측기는 취수탑위에 <그림 4.21>과 같이 설치하였다. 설치위치는 취수탑 상단부분 중 일조조건이 양호한 위치에 설치하였다. 설치된 자동수위관측기는 초음파식 수위계이다.

<그림 4.21> 반월저수지 취수탑 및 수위계측기

제3절 시스템 현장 운영평가

3.1 기존 수위관측기와 개발된 자동 수위관측기 계측결과 비교

본 과제에서 개발한 수위 관측기는 성능시험을 통해서 FS 0.25% 이하의 우수한 성능을 나타내는 결과를 보였으나 현장 검증결과 DATA TREND가 불안한 현상이 발생하였다.

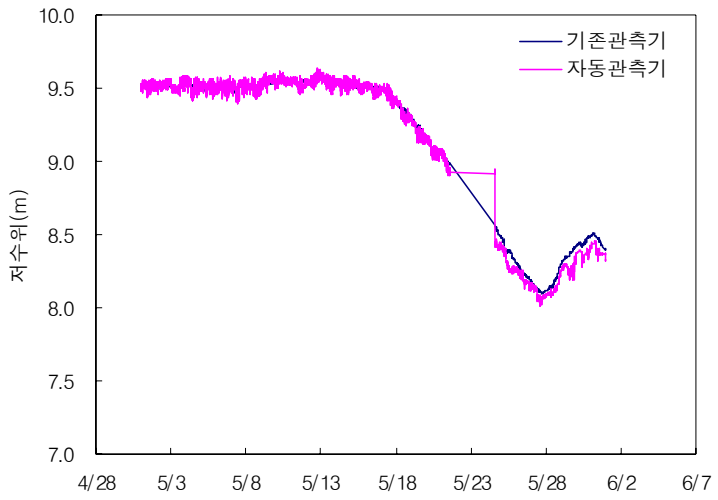
측정주기마다 Tracking을 풀었던 방식에서 600회 정도 측정 시마다 Tracking을 푸는 방식으로 소프트웨어를 변경하여, 직사광선으로 인해 대기 중 온도를 정확히 보상할 수 없었기 때문에 수위가 내려갔다 올라오는 현상이 발생하여 그늘막(갓)을 설치하여 관측기의 성능을 보완할 수 있도록 하였다. 프로그램의 변경전과 변경후의 성능 비교를 한 결과는 <표 4.11>과 같다.

<표 4.11> 프로그램 변경 전후의 성능 비교표

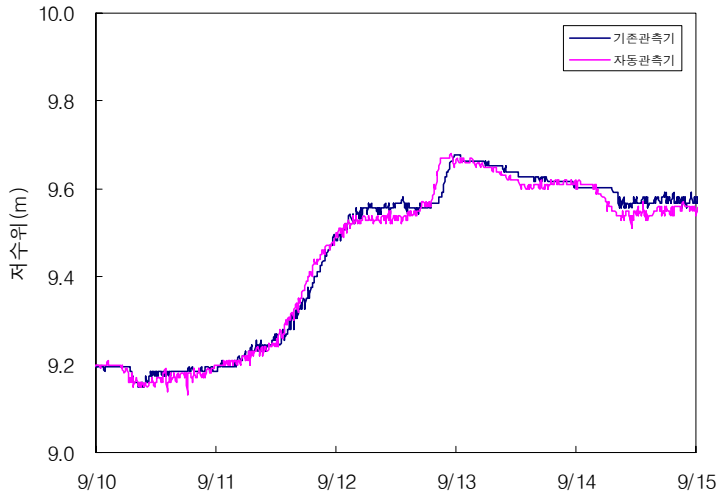
구분	항목	변경 전	변경 후
1	추적속도	100m/min	1000m/min
2	정 확 도	0.25%(F.S), 3mm	0.25%(F.S), 2mm
3	표시주기	0.5sec	4.5sec
4	재 트래킹	측정주기 간격	680회

가. 용덕저수지

용덕저수지의 측정자료는 <그림 4.22>에서 보는 것과 같이 측정 데이터의 TREND가 불안 하였으나 600회 정도 측정 시마다 Tracking을 푸는 방식으로 소프트웨어를 변경함으로써 <그림 4.23>과 같이 안정된 데이터 TREND를 확보할 수 있었다.



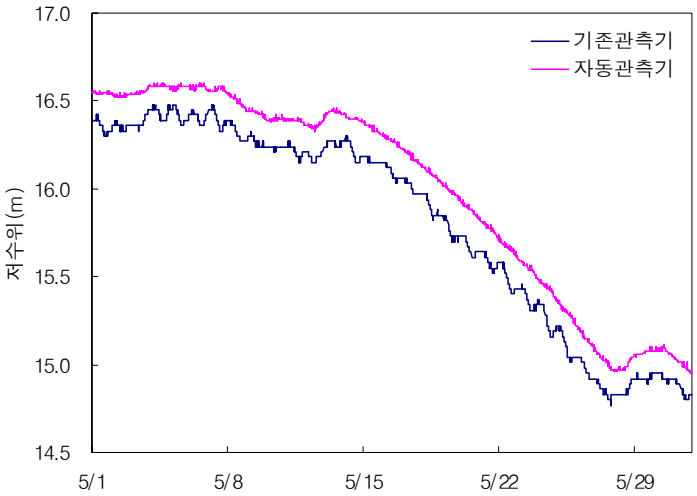
<그림 4.22> 용덕저수지(프로그램 보완 이전)



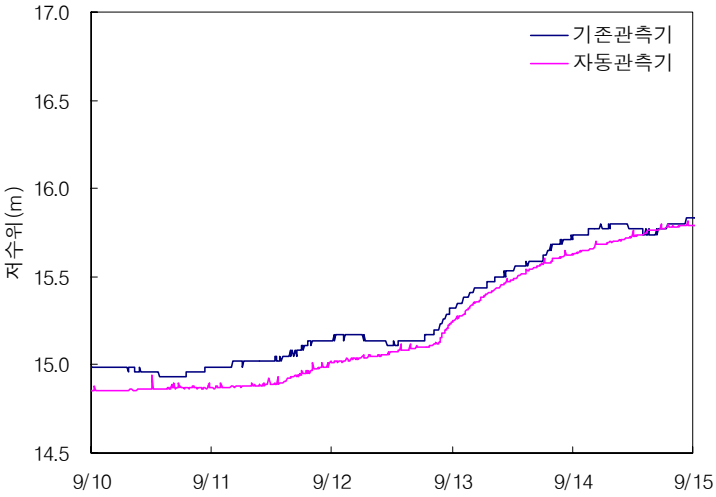
<그림 4.23> 용덕저수지(프로그램 보완 후(2004년 8월))

나. 미산저수지

미산저수지의 경우는 압력식 수위계로서 <그림 4.24>와 <그림 4.25>와 같이 프로그램 보완 전후의 데이터 값의 TREND가 안정된 값을 나타내었다.



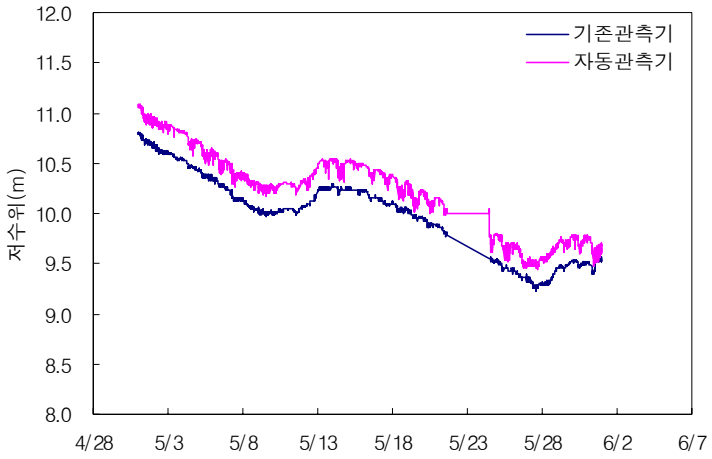
<그림 4.24> 미산저수지(프로그램 보완 이전)



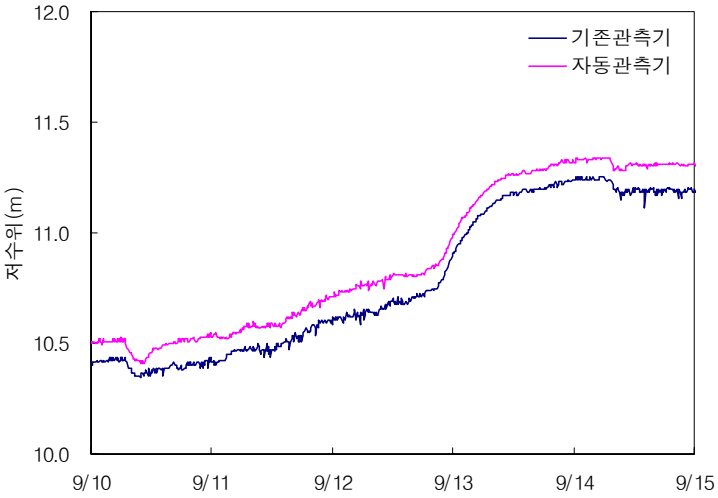
<그림 4.25> 미산저수지(프로그램 보완 후(2004년 8월))

다. 이동저수지

이동저수지의 경우 용덕저수지에 비하여 <그림 4.26>과 같이 데이터의 TREND는 안정되어 있었으나 하루를 단위로 데이터 값이 상승과 하강을 반복하는 경향을 나타내었으나 600회 정도 측정 시마다 Tracking을 푸는 방식으로 소프트웨어를 변경함하고 그늘막(갓)을 설치하여 보다 안정된 데이터를 확보할 수 있었다.<그림 4.27>



<그림 4.26> 이동저수지(프로그램 보완 이전)



<그림 4.27> 이동저수지(프로그램 보완 후(2004년 8월))

<공백>

제5장 농업저수지 자동수위계측 운영프로그램

제1절 서론

1.1 필요성

전 세계적인 물부족 심화 현상과 최근 우리나라에서의 빈번한 가뭄과 홍수에 따라 농업저수지의 과학적이고 효율적인 운영이 절실히 필요하게 되다. 또한 정확하고 신뢰성 있는 저수위 계측자료는 농업저수지의 시기별, 지역별 적정 조작, 운영에 기본이 되는 것으로 이를 토대로 저수량과 저수율을 산정하고 저수지 조작의 판단 자료가 되는 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 정확하고 신뢰성 있는 저수위 계측자료를 측정하기 위하여 농업저수지 자동수위관측기를 개발하였다.

개발된 자동수위관측기의 저수위자료 유지관리와 물관리에 효율적으로 활용하기 위하여 저수위 관리시스템이 필요하게 되었다. 개발된 농업저수지 자동수위관측기는 초음파식 수위계로서 농업저수지의 수위계측을 효율적으로 하기 위하여 기존의 초음파식 수위계와는 다른 여러 가지 특징을 가지고 있다. 개발된 농업저수지 자동수위관측기의 특징을 간략하게 정리하면 저절력 수위계측 초음파 센서, 저전력 수위계측 제어기, 자체진단기능, 사용자 위주의 LCD Display, 무선인터넷 데이터 전송방식 등이다. 따라서 새로 개발된 수위관측기에 맞는 저수위관측시스템 운영프로그램의 개발이 필요하게 되었다.

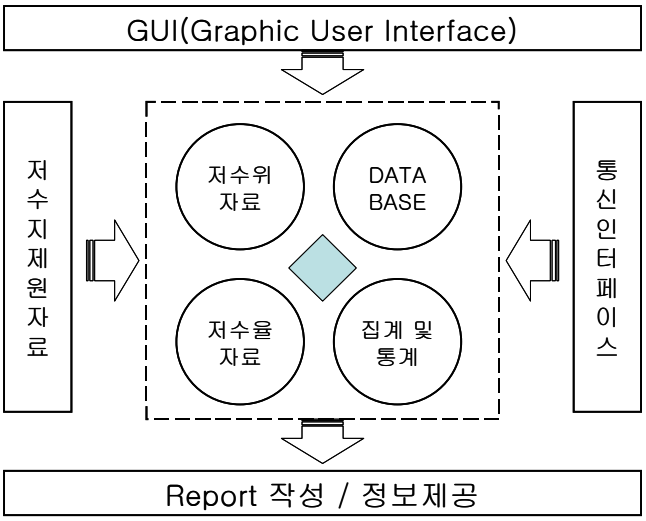
1.2 목적

본 연구에서 개발된 농업저수지 자동수위관측기의 효율적인 관리 및 데이터의 관리를 위하여 저수위관측시스템 운영프로그램 개발하는 것이 목적이다.

제2절 운영프로그램의 개발

2.1 프로그램의 설계

저수위관측시스템 운영프로그램의 구성도는 <그림 5.1>과 같다. 저수위 자동수위관측기에서 수집된 데이터는 CDMA방식의 무선인터넷을 통하여 서버에 저장이 되며 자동수위관측기의 적절한 운영을 위한 설정값은 서버컴퓨터의 무선모뎀을 통하여 자동수위관측기로 전송하게 된다. 사용자의 편의를 위하여 GUI기반의 웹페이지를 서버컴퓨터에 구성하여 인터넷을 통하여 어디서든 측정데이터를 확인할 수 있으며 설정값을 변경할 수 있도록 구성하였다. 또한 자동수위관측기가 설치된 저수지의 관리하는 관리주체가 편리하게 관리할 수있도록 Report 작성 및 정보제공 기능을 추가하였다. 프로그램의 주 기능 중 하나인 데이터 관리를 위하여 DB서버를 구성하였으며 이 DB서버를 이용하여 저수위자료를 저수율, 저수량 자료로 변환하고 이를 집계·통계 분석할 수 있도록 하였다.



<그림 5.1> 프로그램의 구성

<그림 5.2> 웹기반의 수위관측시스템

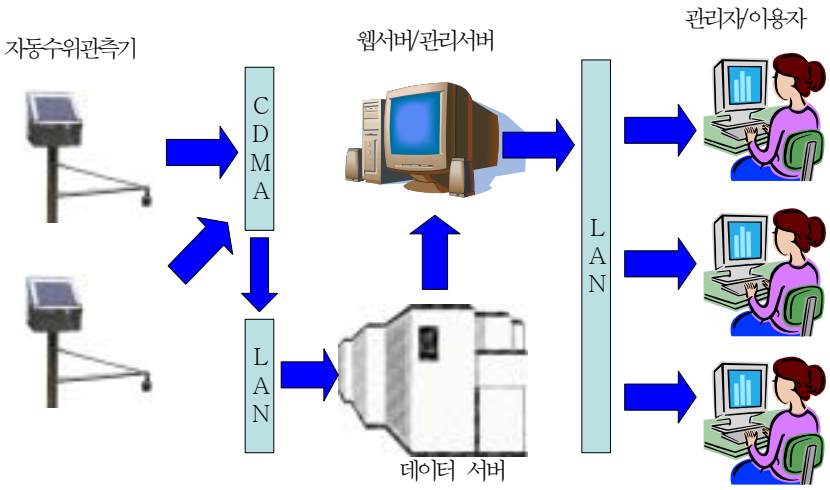
가. 웹기반의 GUI(Graphic User Interface)구현

<그림 5.2>는 웹기반으로 작성된 수위관측시스템의 첫화면이다. 수위관측시스템은 언제 어디서나 접근이 가능하고 자료공유를 용이하게 하기 위하여 웹기반으로 작성하였다. 농업용저수지의 관리는 전국의 농촌지역에 위치하고 있는 각 지사에서 관리를 하고 있다. 그러나 이러한 저수지의 수위자료는 현재 1일 1회 각 지사별로 조사하여 본사로 송신하여 관리하고 있는 실정이다. 농업용저수지의 수위자료의 경우 각 물관리의 방향 및 용수사용 전망에 대한 파악을 위하여 지사에서 뿐만아니라 도본부, 본사에서도 필요로 한다. 웹기반으로 저수위 자료를 공유하였을 경우 우리나라뿐만 아니라 세계 어디에서도 그 자료를 확인할 수 있기 때문에 자료의 이용면에서 개방성이 우수하다.

나. 수위자료의 관리

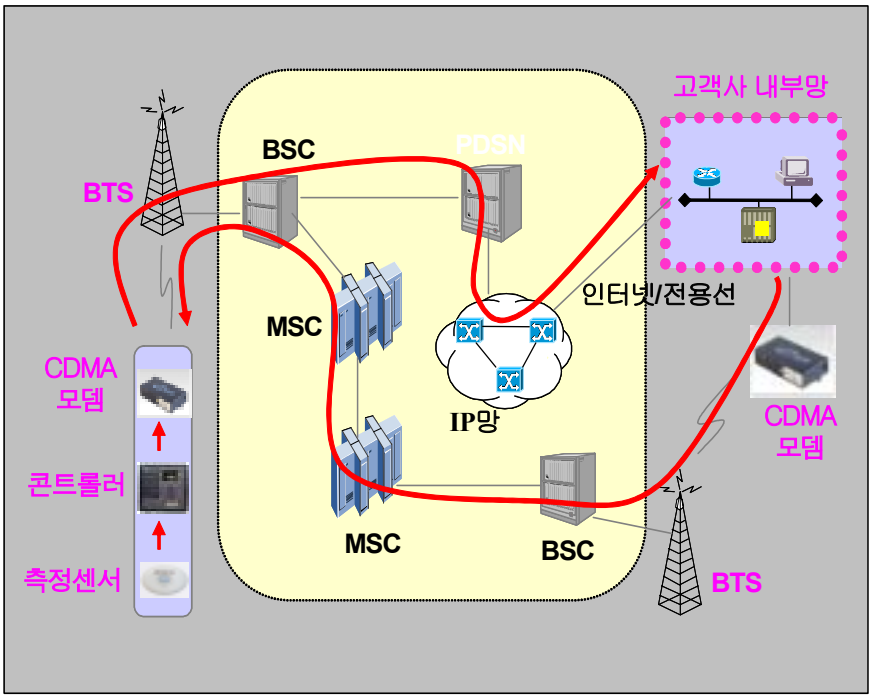
<그림 5.3>은 자료의 흐름을 나타내는 그림이다. 저수지에 설치된 자동수위관측기에서 수집된 데이터는 CDMA방식의 무선이동통신을 통하여 LAN망에 접속이 되며 LAN을 통하여 데이터 서버에 저장되게 된다. 데이터 서버에 저장된 데이터는 웹서버/관리서버에 의하여 사용되며 웹서버/관리서버에 의하여 수위데이터의 저수량, 저수율로 변환, 수위자료의 통계분석이 이루어지며 자료의 그래프처리가 된다. 이러한 자료들은 웹서버를 통하여 LAN망에 의하여 관리자 및 일반 이용자들이 확인하고 이용할 수 있게 되는 것이다.

자동수위관측기로부터 CDMA 이동통신을 통하여 데이터서버로 전송하는 것은 자동수위관측기에 설치된 CDMA모뎀의 전력소모를 줄이기 위하여 일정시간(Default 6시간)동안 수위데이터를 모아서 한번에 보내는 방식을 채택하고 있다.

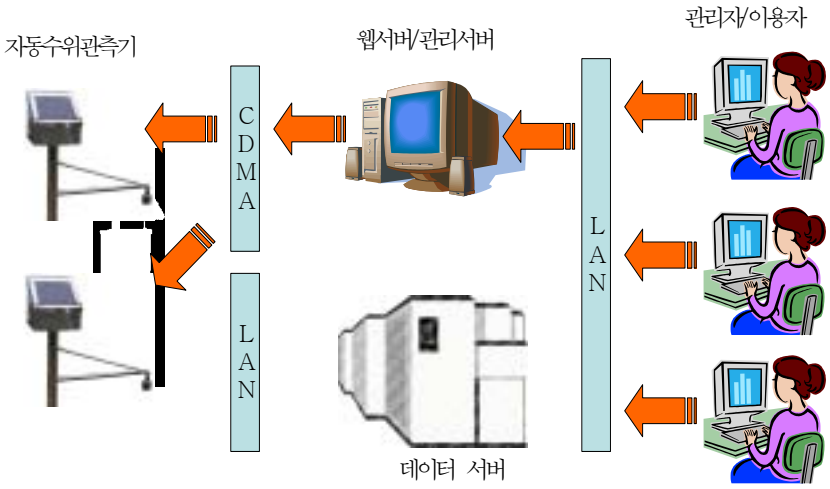


<그림 5.3> 자료의 흐름

<그림 5.3>에서 CDMA와 LAN과의 통신은 이동통신사의 서비스를 통하여 이루어지는 것으로 <그림 5.4>와 같다. 본 연구에서는 CDMA모뎀과 현재 농업저수지 자동수위계측 운영프로그램이 설치되어 있는 서버 사이에 존재하는 통신체계이다.



<그림 5.4> Packet 방식 통신(CDMA 전용선 통신)



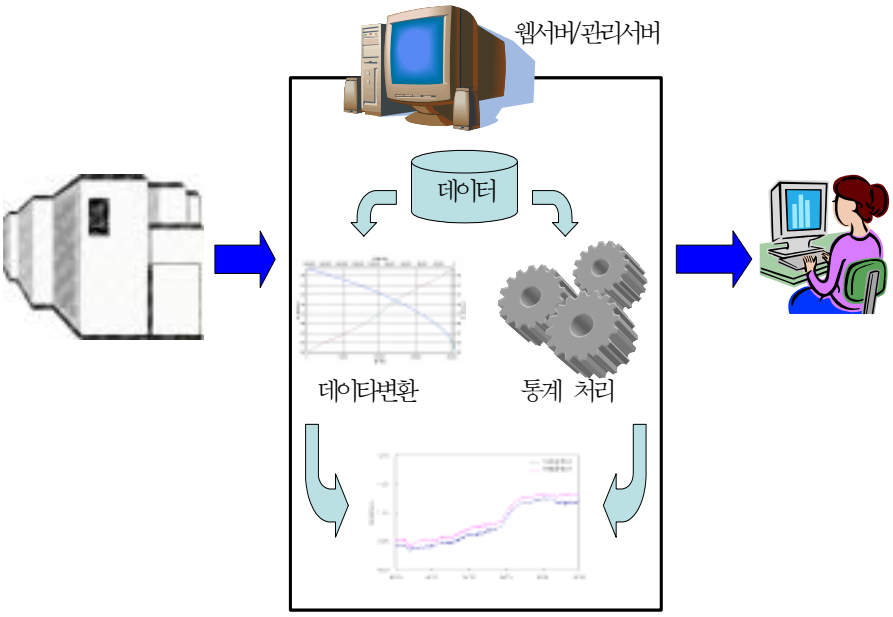
<그림 5.5> 자동수위관측기 제어 흐름

다. 자동수위관측기의 관리

<그림 5.5>은 자동수위관측기를 제어하기 위한 흐름을 나타낸 것이다. 관리자에 의해 LAN을 통해 웹서버/관리서버로 제어를 전송하면 웹서버/관리서버에 장착되어 있는 CDMA 무선모뎀을 이용하여 CDMA 통신망을 통하여 자동수위관측기로 제어 신호를 보내어 자동수위관측기의 설정값 변경하거나 동작하게 한다.

라. 수위자료의 변환과 정보제공

저수지에서 자동수위관측기에 의하여 측정된 수위자료는 데이터서버에 저장되어 있으며 수위자료의 처리는 웹서버/관리서버에서 수행하게 된다. 웹서버/관리서버가 자료를 처리하고 이를 관리자/이용자가 사용할 수 있도록 하기 위하여 웹기반의 운영 프로그램을 작성하였다. 웹서버/관리서버에서 관리자/이용자에게 제공하는 정보는 측정시간, 수위데이터, 자동수위관측기 상태(배터리, 태양전지 상태), 시간별 저수위·저수량 자료, 일별 저수위·저수량 자료 그리고 저수위의 제원 및 사진 자료 등이다.



<그림 5.6> 자료의 변환 및 처리

2.2 시스템 개발 소프트웨어 및 운영환경

가. 개발소프트웨어

농업저수지 자동수위계측 운영프로그램은 웹서버에서 구동되는 프로그램으로 PHP 언어로 개발되었다. PHP웹으로 작성된 시스템을 작동하기 위하여 웹서버프로그램이 필요하며 자동수위관측기로부터의 데이터를 관리하기 위하여 Database Server가 필요하다. 본 연구에서 개발한 시스템의 웹서버프로그램은 Apahce Web Sever이며 Database Server는 My SQL server이다. 서버개발을 위한 운영체계는 Windows 2000 Server를 사용하였다.

1) PHP Language

PHP(공식적으로 "PHP: Hypertext Preprocessor")는 server-side HTML-embedded scripting language이다. 1994년 가을 Rasmus Lerdorf가 처음 고안하였으며 초기 비공개버전은 그의 홈페이지에서 누가 그의 온라인 이력서를 보았는지 기록하는데 사용되었다. 외부에 사용된 것은 1995년 초부터이며 이때는 Personal Home Page Tools라고 불리게 되었다.

가장 기본적인 레벨에서 PHP는 다른 CGI프로그램이 할 수 있는 모든 것을 할 수 있다. from data를 가져오고, 동적인 웹페이지를 만들거나, Cookie를 보내고 받을 수도 있다. PHP의 가장 강력한 강점은 데이타베이스들의 폭넓은 지원이다. PHP를 사용하면 당신은 Database를 사용한 웹페이지를 놀랍도록 간단히 만들 수 있다.

2) Apache Web Server

미국 일리노이 대학의 전미 슈퍼컴퓨터 응용 연구소(NCSA)에서 만든 'NCSA-httpd 1.3' 이라는 전시용 프로그램을 근거로 기능 추가와 개량을 거듭해서 개발된 프로그램으로서 고성능의 HTTP 서버. CERN(European Particle Physics Laboratory) 등에 비해 메모리 관리가 확실하므로 프로그램 본체가 간편하게 되어 있으며, 모듈 기능을 추가 또는 변경할 수 있기 때문에 확장성이 높고 신속하게 처리할

수 있어 각 분야에서 널리 사용되고 있다.

3) My SQL Server

최근 MySQL은 PHP와 더불어 각광을 받고 있는 DB Server이다. 오라클, SQL 서버 등이 엔터프라이즈 급이라면 MySQL은 중소형 급의 강력하고 빠른 공개형 DB 서버이다. MS-SQL, PostgreSQL 등의 다른 공개형 DB도 있지만 강력한 성능, 뛰어난 사용자 권한 설정, 편리한 유틸리티 등을 제공하며 무엇보다 PHP 와 가장 궁합이 잘 맞는 DB이다. Win32 용도 있어서 윈도우즈나 NT에서도 사용할 수 있다.

나. 시스템 운영환경

농업저수지 자동수위계측 운영프로그램은 Windows계열의 서버에 설치하여 구동되도록 작성하였다.

1) Server

농업저수지 자동수위계측 운영프로그램을 운영하기 위한 서버의 시스템사양은 (표 1)와 같은 환경이 권장된다.

<표 5.1> 권장 서버시스템 운영환경

하드웨어	형 식	비 고
Server	OS : Windows 2000 Server 이상 CPU : Pentium IV 2G 이상 RAM : 512MB 이상 HDD : 80GB 이상	
<Remark> - 서버는 데이터서버와 웹서버/관리서버로 나뉘나 두 개의 서버를 하나의 시스템으로 구현하는 것이 용이함. - Data의 수가 장기간의 데이터를 여러개의 자동수위관측기에 대하여 서버에 저장 관리할 경우 MySQL서버 보다는 오라클 등의 엔터프라이즈급의 DB서버를 구축할 필요가 있다.		

2) Client 컴퓨터

클라이언트 컴퓨터의 경우 권장 시스템 사양은 (표 2)와 같다.

<표 5.2> 권장 클라이언트 컴퓨터 운영환경

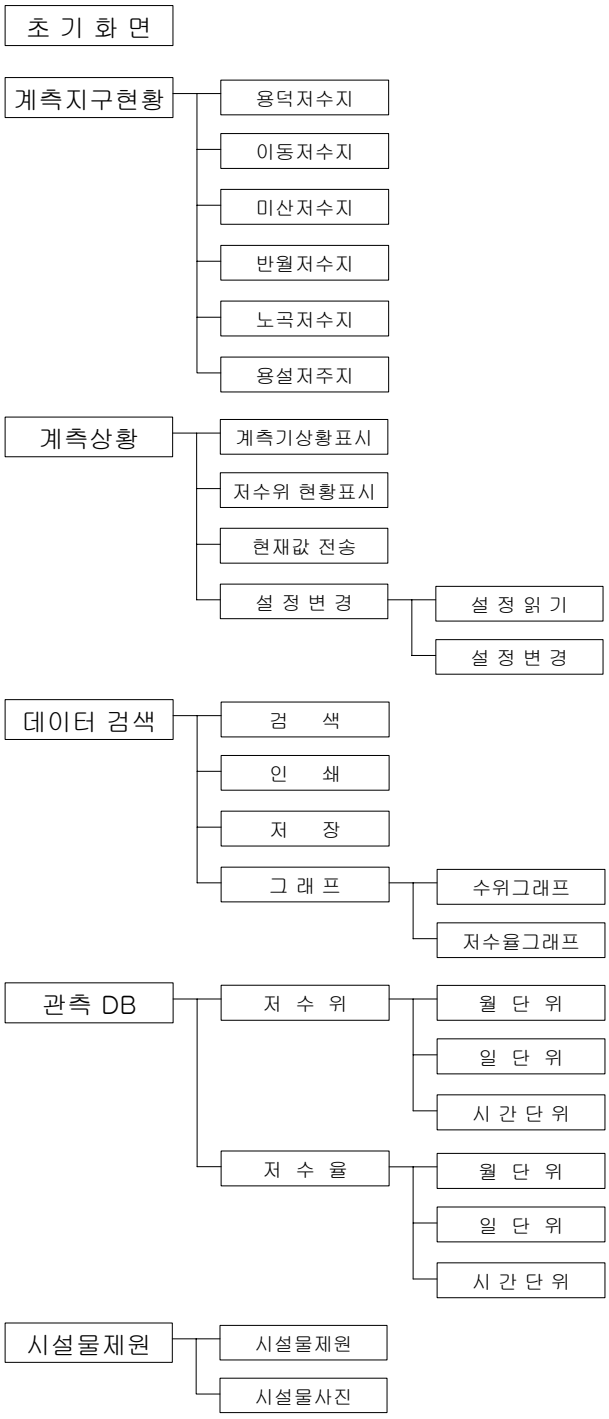
하드웨어	형 식	비 고
Client PC	OS : Windows 98 이상 웹브라우저 : Explorer 6.0 CPU : Pentium급 이상 RAM : 128MB 이상	

2.3 운영프로그램의 주요기능

농업저수지 자동수위계측 운영프로그램을 사용하기 위한 사용자 인터페이스의 주요 페이지에는 우선 시작화면, 초기화면이 있으며 각 저수지별 계측상황, 데이터검색, 관측DB, 시설물 제원의 4개의 페이지로 구분되어 있다.

가. 초기화면

초기화면은 농업저수지 자동수위계측 운영프로그램을 시작하는 화면으로 처음 들어가는 화면이다. 화면을 마우스로 클릭을 하거나 5초가 지나면 자동으로 계측지구현황 화면으로 이동한다.


초 기 화 면
계측지구현황
용덕저수지
이동저수지
미산저수지
반월저수지
노곡저수지
용설저주지
계측상황
계측기상황표시
저수위 현황표시
현재값 전송
설 정 변 경
설 정 읽 기
설 정 변 경
데이터 검색
검 색
인 쇄
저 장
그 래 프
수위그래프
저수율그래프
관측 DB
저 수 위
월 단 위
일 단 위
시 간 단 위
저 수 율
월 단 위
일 단 위
시 간 단 위
시설물제원
시설물제원
시설물사진

<그림 5.7> 시스템 구성도

나. 계측지구현황

시작화면에서는 계측자료의 보안을 위하여 로그인창이 있어서 ID와 PassWord를 알아야 농업저수지 자동수위계측 운영프로그램 안으로 들어갈 수 있도록 하였다. 또한 측정하고 있는 6개의 저수지에 대하여 측정시간, 저수위, 저수율 자료를 표시하였으며, 그림에서 각각의 저수지 이름을 마우스로 클릭하면 저수지의 전경사진창이 나타나게 된다.

다. 계측상황

계측 상황은 현재 선택된 저수지의 자동수위관측기 상태와 데이터 상황을 파악할 수 있으며 해당 자동수위관측기의 설정값을 변경할 수 있는 페이지이다.

1) 계측기상황 표시

자동수위관측기의 상황을 표시하는 것으로 수위상태, 배터리상황, 태양전지 상태을 나타낸다.

2) 저수위 현황 표시

가장 최근에 전송되어 온 저수위자료를 표시하며 해당 저수위자료에 대하여 저수량 및 저수율을 계산하여 표시한다.

3) 현재값 전송

화면에 표시된 데이터는 가장 최근에 전송되어 온 저수위자료이므로 현재 시각의 자료는 아니다 따라서 현재시각의 자료를 알고 싶을 경우 현재값 전송 버튼을 눌러서 현재 저수지의 저수위를 파악할 수있다.

4) 설정값 변경

설정값 변경은 자동수위관측기의 설정값을 변경할 수 있는 것으로서 IP, Port, 전송주기, 저장주기, 반응속도, 기준준위, 바닥거리, 바닥확장거리 , 기준시간 등의 설정값을 변경할 수 있다.

- IP : 인터넷을 통해 호스트 혹은 라우터에 접근할 수 있는 정적인 인터넷 주소로 자동수위관측기에 접근할 수 있도록 하는 주소이다.

- Port : 통신상에서 하나의 회선이 나가는 위치를 뜻한다. 즉 클라이언트가 되는 개개의 컴퓨터와 서버를 연결해 주는 하나의 라인으로 인식하면 된다. 컴퓨터와 주변 장치 사이에서 데이터를 송수신하는 역할을 수행한다.

- 전송주기 : 자동수위관측기가 CDMA 이동통신을 통하여 DB 서버로 측정한 자료를 보내는 주기를 나타낸다. CDMA모뎀의 빈번한 사용은 전력소모를 증가시키기 때문에 자동수위관측기는 전송주기를 주어 여러개의 데이터를 한번에 보내는 방식을 택하고 있다.

- 저장주기 : 저장주기는 자동수위관측기가 저수위를 측정하는 주기이다. 기존의 수위계는 측정주기 없이 연속적으로 초음파를 쏘아 측정을 하였으나 자동수위관측기는 저력의 소모를 줄이기 위하여 일정주기에 1회 측정하도록 설계되었다. 일반적으로 10분을 측정 주기로 설정하였다.

- 반응속도, 기준준위 : 반응속도 및 기준준위는 초음파로 측정한 값 중 참값을 효율적으로 찾기 위하여 설정하는 값이다.

- 바닥거리 : 자동수위계측기로부터 측정하려고 하는 최원점(제일 먼 지점)을 지정하는 것으로 초음파 수위계는 초음파수위계로부터 수면까지의 거리를 재기 때문에 이를 수위자료로 환산하여 나타내기 위하여 바닥거리를 설정하여야 한다.

- 기준시간 : 초음파수위계 자체에 내장되어 있는 시계가 있는데 항상 일정한 측정시간을 맞추기 위해 하루 1회 이동통신으로부터 시간을 다운받아 자체 내장 시계를 맞추게 되는데 이 시각을 기준시간이라고 한다.

라. 데이터 검색

데이터 검색에서는 검색하려는 데이터 기간(31일 이하)을 입력하고 DB에 저장된 데이터를 읽을 수 있으며, 검색된 데이터를 인쇄, Excel로 저장, 그래프로 보기 등을

할 수 있다. 그래프의 경우는 수위그래프와 저수율그래프 두가지 방법으로 나타낼 수 있다. 데이터검색에서 표시되는 데이터는 날짜, 수위, 저수율, 배터리상태, 태양전지상태, 수위상태 등이다.

- 날짜 : 자동수위계측기가 수위 측정을 한 시각을 나타낸다. 표시는 년, 월, 일 시간, 분, 초를 표시하도록 되어있다.
- 수위 : 측정된 수위데이터이다. 바닥거리 설정에 의하여 초음파로부터 수면까지의 거리를 측정한 것을 저수위값으로 환산한 값을 나타낸다.
- 저수율 : 측정된 수위자료로부터 수위-저수율 곡선식에 의하여 환산된 저수율 값을 나타낸다.
- 배터리상태 : 현재 축전지용 배터리의 전압상태를 표시한다.
- 태양전지상태 : 현재 태양전지의 상태를 표시한다.
- 수위상태 : 현재의 수위가 상승, 하강, 안정 상태를 표시한다.

마. 관측 DB

관측 DB는 계측된 데이터를 수위와 저수율에 대하여 월단위, 일단위, 시간단위로 나타낼 수 있게 작성하였다. 월단위, 일단위, 시간단위는 해당 기간에 계측된 데이터들의 평균값을 표시하도록 하였다.

- 월단위 : 각 월별 수위의 평균값을 계산하여 나타냄(표시기간 : 1년)
- 일단위 : 각 일의 수위의 평균값을 계산하여 나타냄(표시기간 : 1개월)
- 시간단위 : 각 시간별 수위의 평균값을 계산하여 나타냄(표시기간 : 1일)

바. 시설물제원

시설물제원은 해당 저수지에 대한 일반적인 제원을 표시하도록 한 페이지이며 각각의 시설물에 대하여 전경, 위치도, 내용적, 여수토, 취수시설, 수위계 등의 사진 및

그래프를 표시하도록 하였다.

표시되는 시설물의 제원은 다음과 같다.

- 일반사항 : 시설명, 소재지, 관리자, 소유자, 준공일자
- 면　　적 : 유역면적, 관개면적, 만수면적, 홍수면적
- 유　　량 : 총저수량, 유효저수량,
- 여 수 토
- 취수시설 : 취수시설의 종류, 취수능력

제3절 운영시스템 메뉴얼

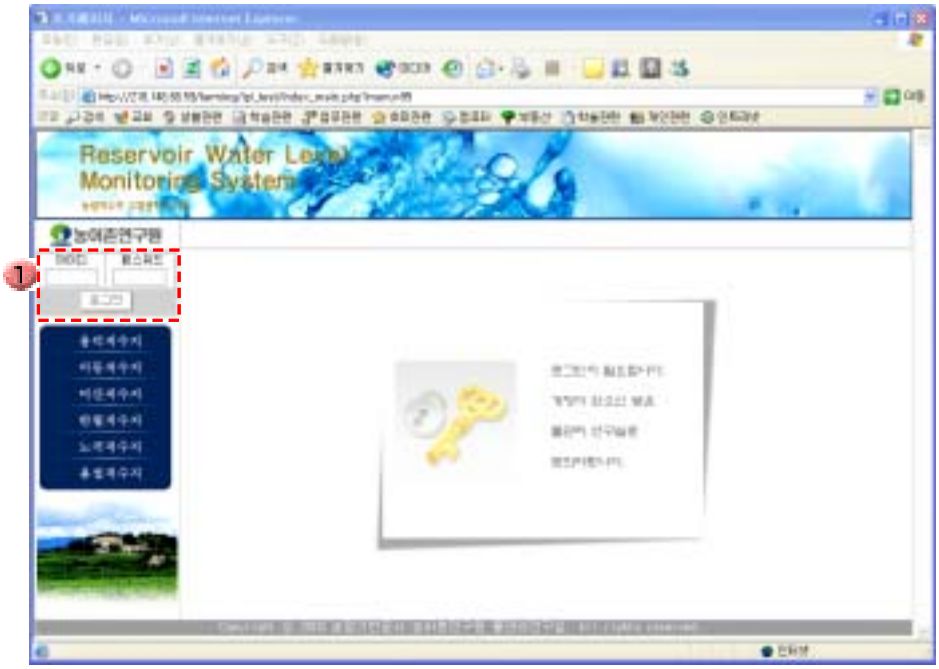
본 절에서는 개발된 농업저수지 자동수위계측 운영프로그램을 사용자 및 관리자가 운영하는데 있어서 필요한 사용자 지침서를 수록하였다.

구축된 운영프로그램은 계측지구현황, 계측상황, 데이터검색, 관측 DB, 시설물제원으로 구분할 수 있다.

또한 관리자와 사용자가 쉽게 데이터에 접근할 수 있도록 그래프로 데이터를 표시하게 하였으며 이 그래프에 대한 데이터 역시 표형식으로 표시하게 구성하였다.

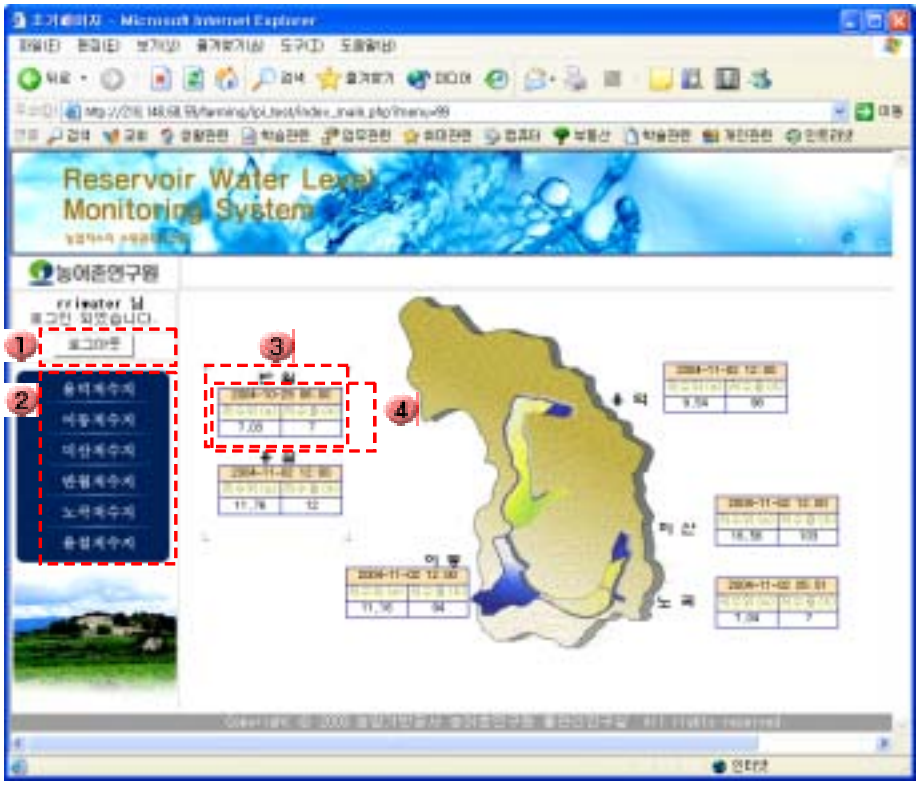
3.1 계측지구현황

<그림 5.8>은 계측지구현황을 표시한 화면이다. 초기화면에서 5초가 지나거나 초기화면을 클릭하였을 경우 나타나는 페이지이다.



<그림 5.8> 사용자 접속시 로그인 화면

<그림 5.8>에서 ①부분에 ID와 패스워드를 입력하면 <그림 5.9>과 같은 농업저수지 자동수위계측 운영프로그램안으로 들어갈 수 있다. 다시 로그아웃을 하려면 <그림 5.9>의 ①위치의 로그아웃 버튼을 누르면 된다. <그림 5.9>은 계측지구현황을 표시한 화면이다. ②번의 저수지 이름을 클릭하면 각각의 저수지에 대한 계측상황 페이지로 이동할 수 있다. 계측지구현황 페이지에서는 ③과 같이 자동수위관측기가 설치된 6개의 가장 최근에 전송되어온 데이터의 측정시간 전송시간, 저수위, 저수율 자료를 나타내고 있다. 또한 ④와 같은 표를 클릭하였을 경우 <그림 5.10>과 같은 각각의 저수지에 대한 전경사진을 볼 수 있다.



<그림 5.9> 계측지구현황 화면

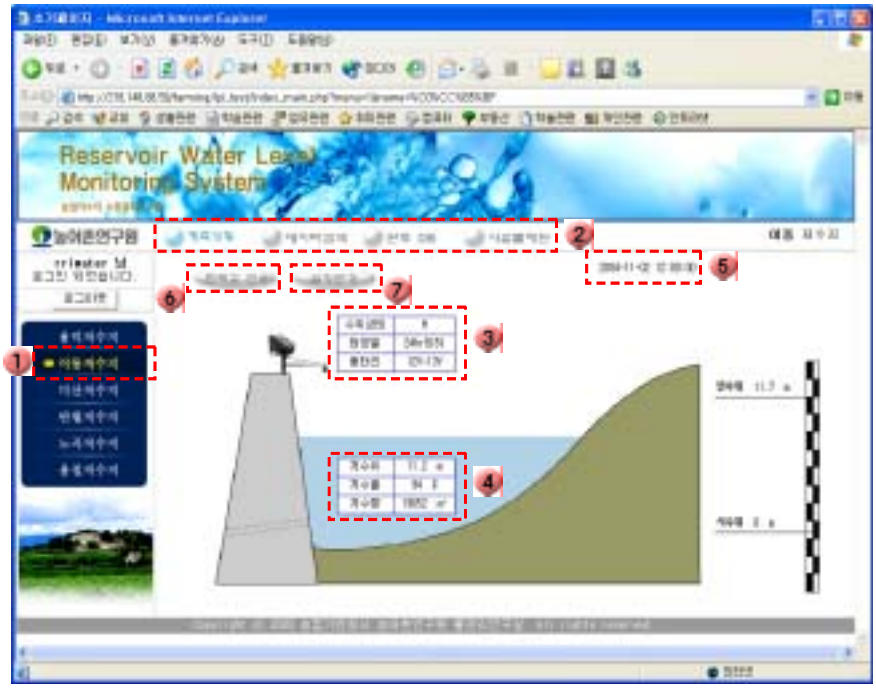
<그림 5.10> 전경사진(용덕저수지)

3.2 계측상황

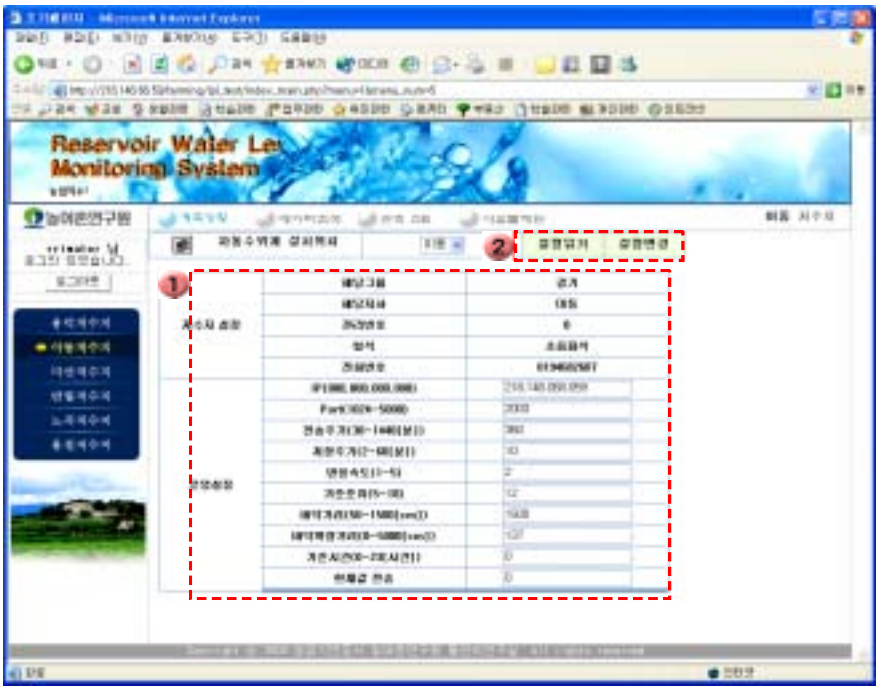
<그림 5.9>의 ②의 저수지를 선택하였을 경우 <그림 5.11>과 같은 계측상황 페이지로 이동하게 된다. 계측상황 페이지에서는 ①과 같이 현재 선택된 저수지가 표시되며 ②와 같이 각 저수지별 부메뉴가 나타나게 된다. 부메뉴중 현재 페이지가 계측상황임이 표시되어 있다. ③은 현재 자동수위관측기의 상태을 표시하는 창으로 현재의 수위상태, 태양전지 및 배터리 상태를 표시하고 있다.

④는 현재 선택된 저수지의 저수상태를 표시하는 창으로 저수위, 저수율, 저수량을 표시하고 있으며 저수지의 푸른색 수위는 현재 저수위에 맞게 높낮이를 표시하도록 작성하였다. 자동수위관측기의 경우 전력의 소모를 최소화 하기 위하여 여러개의 자료를 모아서 한번에 전송하는 방식을 채택하고 있다. 따라서 현재 표시하고 있는 자료가 자료를 확인하고 있는 현재의 자료는 아니고 가장 최근에 전송된 자료를 표시하고 있은 것이다. ⑤는 현재 표시하고 있는 자료의 측정시각을 표시한다. 따라서 홍수와 같은 비상상황에 현재의 값을 확인하는 것이 필요하다. ⑥은 현재값 전송은 자동수위관측기가 측정하였으나 아직 전송하지 않은 자료를 보내게 하는 버튼으로 현재의 측정값을 확인할 수 있게 한다.

자동수위관측기는 작동을 제어하는 여러 가지 설정값을 가지고 있다. ⑦의 버튼은 이러한 설정값을 변경할 수 있는 <그림 5.12>과 같은 페이지로 이동할 수 있게 하는 버튼이다.



<그림 5.11> 계측상황 화면(이동저수지)



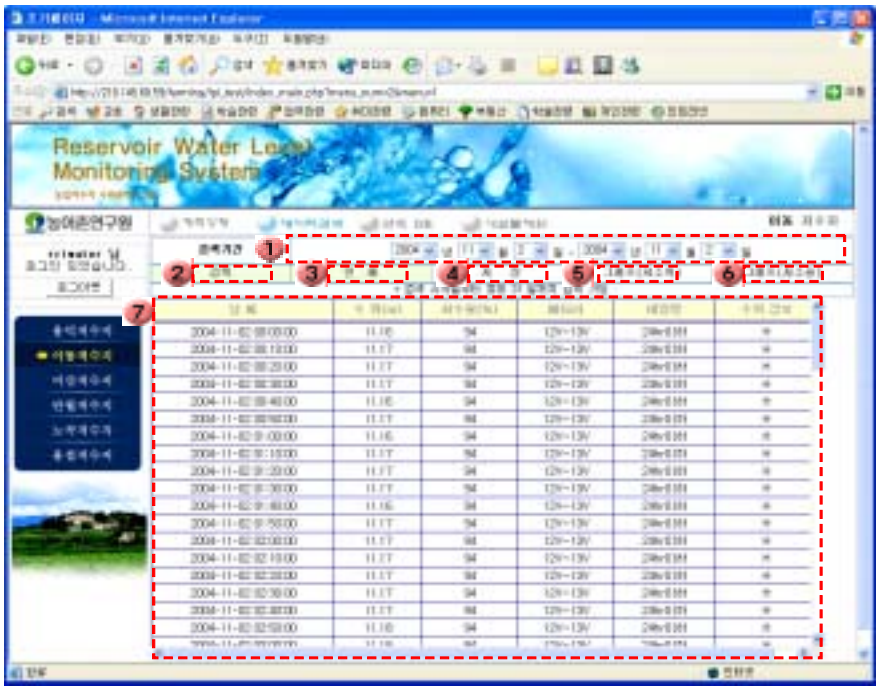
<그림 5.12> 설정값 변경 화면(이동저수지)

<그림 5.12>에서 설정값 변경은 ①번에 표시된 것과 같이 IP, Port, 전송주기, 저장주기, 반응속도, 바닥거리, 기준시간 등을 변경할 수 있다.

②의 설정읽기는 현재 선택된 저수지 자동수위관측기의 설정값을 읽어오는 기능이고 설정변경은 <그림 5.12>의 설정변경 페이지에서 변경한 설정값에 따라 현장의 자동수위관측기의 설정값을 변경하는 기능을 수행한다.

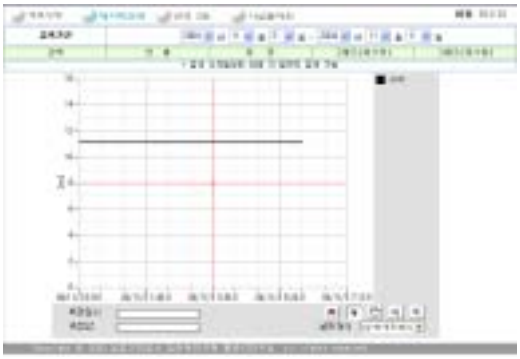
3.3 데이터검색

<그림 5.11>의 ②번 부메뉴에서 데이터검색을 선택하면 <그림 5.13>과 같은 데이터 검색화면으로 이동한다. 데이터검색 페이지는 현재까지 전송되어 DB서버에 저장되어 있는 자료를 검색하는 기능을 수행한다. 데이터 검색을 위하여 <그림 5.13>의 ①란에 검색기간을 입력하고 ②의 검색 버튼을 누르면 ⑦과 같은 표가 나타나게 된다.

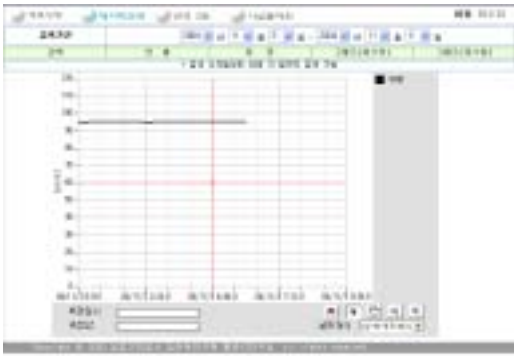


<그림 5.13> 데이터 검색 화면

데이터검색은 웹페이지에서의 작동시간을 고려하여 시작일부터 최대 31일까지만 검색이 되도록 제한되어 있다. 검색결과는 ⑦과 같이 6가지를 표시한다. 이 값중 가장 최근의 값이 <그림 5.11>의 ③, ④에 나타나게 되는 것이다.



<그림 5.14> 저수위 그래프



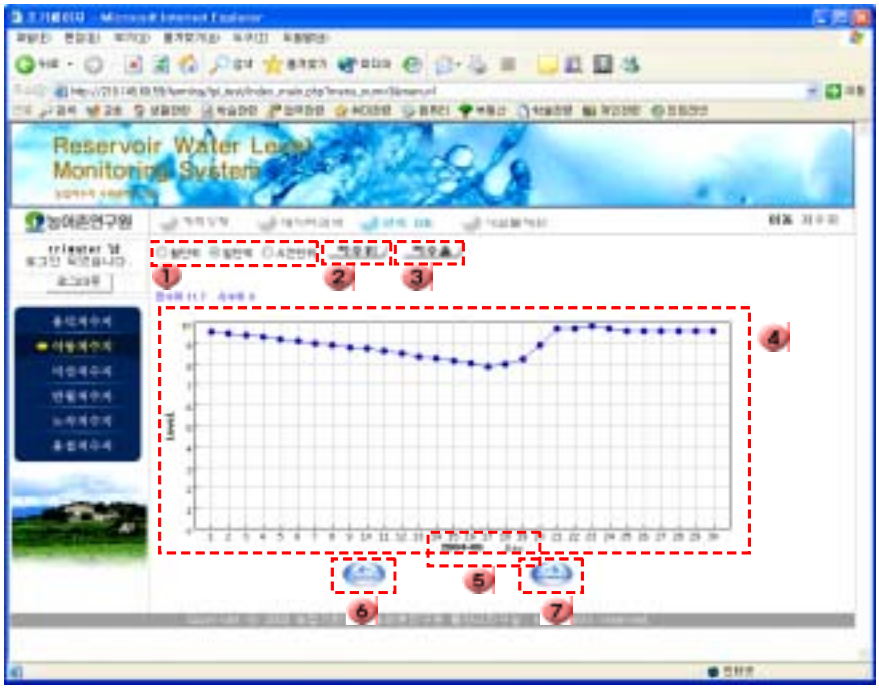
<그림 5.15> 저수율 그래프

③은 검색한 결과를 인쇄할 수 있도록 하는 버튼이며 ④는 검색결과를 Excel화일로 저장할 수 있도록 하는 버튼이다. ⑤는 검색한 결과를 <그림 5.14>과 같은 저수위 그래프로 표시하도록 하는 버튼이며 ⑥은 검색한 결과를 <그림 5.15>과 같은 저수율 그래프로 표시하도록 하는 버튼이다.

3.4 관측 DB

<그림 5.11>의 ②번 부메뉴에서 관측 DB를 선택하면 <그림 5.16>과 같은 관측데이터를 확인할 수 있는 화면으로 이동한다. 관측 DB에서는 월단위, 일단위, 시간단위의 저수위, 저수율 그래프를 나타내는데 데이터 검색은 10분단위의 그래프를 나타내는 데 비하여 관측 DB의 그래프는 월단위, 일단위, 시간단위의 평균값을 나타낸다.

<그림 5.16>의 ①에서 월단위, 일단위, 시간단위 중 하나를 선택하고 저수위그래프를 보려면 ②의 버튼을 저수율그래프를 보려면 ③의 버튼을 클릭하면 ④와 같은 그래프를 표시하게 된다. 또한 나타나는 그래프는 현재시각을 기준으로 나타내며 ⑥과 ⑦ 버튼에 의해 이전과 이후의 시각의 데이터를 볼 수 있도록 작성하였다.

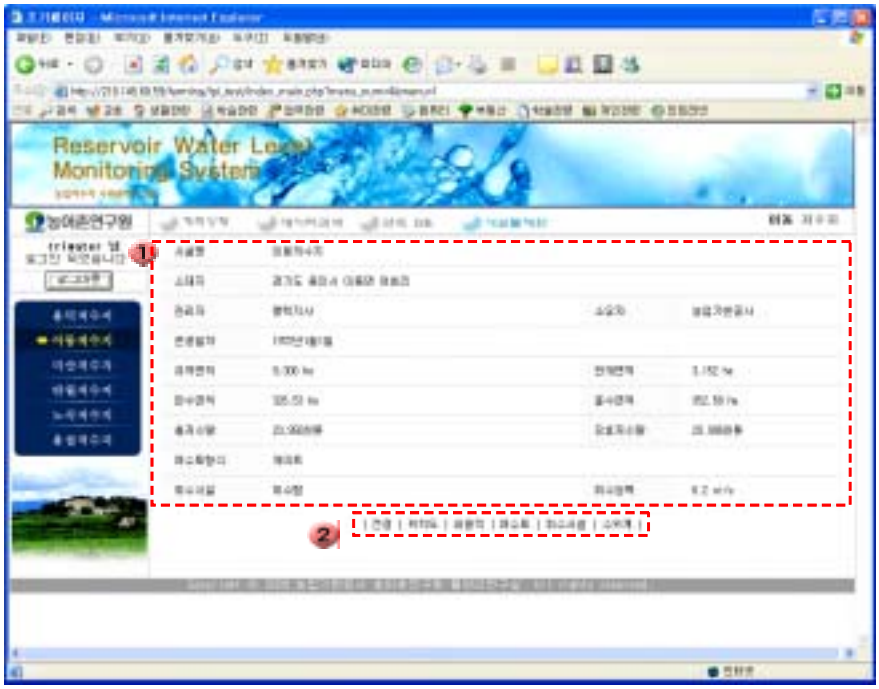


<그림 5.16> 관측 DB 화면

3.5 시설물제원

<그림 5.11>의 ②번 부메뉴에서 시설물제원를 선택하면 <그림 5.17>와 같은 시설물제원화면으로 이동한다.

시설물제원에서는 선택한 저수지에 대한 일반적인 제원을 ①과 같이 표시하며 ②의 전경, 위치도, 내용적, 여수토, 취수시설, 수위계를 마우스로 선택하면 <그림 5.18>과 같이 해당사진을 볼 수 있다.



<그림 5.17> 시설물제원 화면

<그림 5.18> 여수토 및 취수시설 사진(용덕저수지)

제6장 종합결론

1) 농업저수지 수위관측 현황

농업저수지의 수위관측상황을 분석하고 문제점을 개선하기 위하여 현재 농업기반공사 관할 저수지 지구를 대상으로 수위관측현황을 조사 및 분석하였다.

① 농업저수지의 수위관측은 보통 부표식, 기포식, 수압식, 초음파식, 음파식 계측기를 통해 이루어지며, 계측기에 따른 특성을 분석한 결과 초음파식과 압력식 센서가 적합한 것으로 나타났다.

② 현재 우리나라의 저수위 관측은 극히 미미한 상태이며 최근, 물관리 자동화 사업을 통해 일부분 설치 운영되고 있으나, 다양한 계측 센서를 이용하고 있고, 시설물도 여러 형태의 보조시설을 사용하며, 전원도 한국전력선, 태양광 등을 사용하고 있는 것으로 나타나 일관된 형태의 시설물을 사용하지 않고 있는 것으로 나타났다.

③ 자동 수위관측기의 설치 현황을 보면 현재 전체 농업용 저수지의 약 1%미만이 설치되어 있으며, 향후 자동저수위계측기 설치 대상지구조사에서 농업기반공사 관할 저수지 3,312개소중 1,250개소에 설치하는 것으로 조사되었다.

2) 자동 수위관측기 개발

농업저수지 저수위 관측을 위한 저전력 수위 계측 센서 및 양방향제어기를 개발하고, 저수위 관리를 위한 송수신 시스템을 구성하는 것으로 목적으로 수행되었다.

① 농업용 저수지 수위 관측을 위하여 저전력 소모의 수위 계측 센서 및 제어기를 개발하였으며, 현장 시험 결과 기존 관측기 전력 소모량의 약 1/3 정도의 전력을 소모하며, 안정적인 자료를 수집할 수 있는 것으로 나타났다.

② 개발된 수위계측 양방향제어기는 저전력 기능 이외에도 자체진단 및 복구기능, 다양한 데이터 전송방식, Data logging 기능 등을 갖추고 있어 농업용 저수지의 수위관측에 효율적일 것으로 나타났다.

③ 자동 수위관측기의 현장운영을 위하여 사용 CDMA통신망을 이용한 자료 송신 시스템을 구성하였으며, 휴대전화 혹은 인터넷으로 문자메시지를 이용한 센서의 계측 상황 파악 및 센서 설정을 제어할 수 있도록 개발하였다.

④ 개발된 통합시스템은 취수탑과 같은 구조물이 있는 경우이외에도 다양한 현장 상황에 따라 설치할 수 있도록 일체형과 분리형의 시스템이 가능하도록 구성되어 있고, 기존의 계측기와 호환성이 있도록 구성되어 있다.

⑤ 제어기의 관리 및 운영을 위한 소프트웨어는 계측기를 구성하는 전원, 통신 및 계측시설을 현장과 중앙관리실 양방향에서 관리할 수 있도록 제어알고리즘을 개발하였다.

3) 자동 수위관측기의 현장시험

개발된 자동 수위관측기의 성능을 평가하고자 현장시험을 실시하였고, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 자동 수위관측기의 현장시험은 경기도의 이동지구, 반월지구, 용설지구에 대해 설치 및 운영을 실시하였다. 이동지구는 이동저수지와 상류지역의 용덕, 미산, 노곡 저수지의 총 4개의 저수지에 설치하였고, 반월지구와 용설지구는 반월저수지와 용설저수지에 각각 1개씩 설치하였다. 취수탑형 저수지에 대해서는 초음파식 4개소, 사통식 저수지는 압력식 2개소를 적용하였다.

② 저수지의 운영을 위하여 저수지 내용적 곡선은 내용적 측량을 통하여 구하였으며, 수위-내용적 관계자료가 없는 저수지에 적용할 수 있도록 저수지 수위-내용적 관계를 모의발생하여 제시하였다.

③ 시스템의 현장운영은 2003년과 2004년의 2개년동안 실시하였으며, 초기 시작기의 운영결과를 통하여 DATA TREND 의 이상발생시 프로그램을 보완하여 안정적인 자료가 얻어질 수 있도록 보완하였고 기존에 설치된 계측기와 비교를 통하여 성능시험을 실시한 결과 FS 0.25%이하여 우수한 성능을 보였다.

4) 저수위계측 관리프로그램

개발된 자동 수위관측기의 저수위 자료의 유지관리와 물관리에 효율적으로 활용하기 위하여 저수위계측 관리프로그램을 개발하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 저수위계측 관리프로그램은 사용자의 편의를 위하여 GUI기반의 웹페이지를 서버컴퓨터에 구성하여 관리하도록 하였고, 웹을 통하여 현장에 설치된 관측기의 설정, 보고서 작성 및 정보제공기능을 갖도록 구성하였다.

② 개발된 저수위계측 관리프로그램을 사용자 및 관리자가 운영하는 데 필요한 사용자 지침서를 개발하였다. 이를 통해 사용자 및 관리자는 쉽게 저수위 관리 및 운영에 필요한 자료를 손쉽게 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

<공백>

참고문헌

1. 정하우, 최진용외 4인, 1994, 자동분수공의 개발, 한국농공학회지 제36권, 4호 pp 33～38.

2. 정하우외 6인, 1991-1993, 논 물관리체계의 자동화연구, 농촌진흥청

3. 정하우, 최진용외 4인, 1994, 논물관리의 자동화시스템개발, 한국농공학회지, 제36권, 3호, pp 67～73.

4. 김철주외 3인, 1991, 자동관개 시스템을 이용한 시설에 대한 연구, 한국농공학회지 제33권, 1호, pp 89～99.

5. 정하우외 6인, 1991-1993, 논물관리체계의 자동화 연구, 농촌진흥청

6. 최진규외 2인, 1997, 논의 배수물꼬의 유량에 관한 기술연구, 한국농공학회지 제39권, 2호, pp 134～142.

7. 자동제어계측사, 1996-1998, 자동제어계측 (월간지)

8. 박성천, 이강일, Cherepnov 송수기에 대한 배수제어방식의 실험적 특성, 한국농공학회지 제39권, 6호, pp 67～79

9. 농림부, 1997, 농림업 주요통계.

10. 지일구, 1998, PLC제어기술.

11. 강승옥, 1998, 시퀀스제어와 PLC제어기술.

12. 임상훈, 2000, 태양에너지를 쫓는 무서운 아이들 - 태양을 잡자, 도서출판 고원.

13. 이희규, 이종근, 최치영, 2004, 계측 센서 공학, 형설출판사.

14. 원청육, 임승각, 김종철, 2003, 무선통신시스템, 도서출판 삼보.

15. 김홍석, 최태용, 2004, 수도사업에서 계측제어와 컴퓨터의 통합, 도서출판 건설도서, 한국 상하수도협회.

16. Babb. M, 1991. Fast Computers Open the Way for Advanced Controls, Control Engineering

17. Senhon. T, & Hanabuchi. F, 1987. Base and Application of Instrumentation System. Ohomu-sha. Ltd.

18. American Water Works Asswociation, 1990. Standard for Cold-Water Meters-Displacement Type, Bronze Main Case. ANSI/AWWA C

19. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1989. Clesceri, L.S.

20. Clauder System Research. 1990. Water Utility Control System Market Data Report and Wastewater Utility Control System Data Report. Clauder System Research.

21. Caushell, D.J. & Darlington, H.T. 1987. Supervisory Control and Data Acquisition. Special issue of proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York.

부 록

A1. 자동수위계 설치대상 농업저수기 현황

A2. 농업저수지 자동 수위관측기 사용자 매뉴얼

A3. 송수신 프로그램 Source Code

A4. 저수지 수위 - 내용적 관계

여 백

A1. 자동수위계 설치대상 농업저수지 현황

<A1.1> 시·도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경기도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시·군	읍·면	동·리				
김포(1)	김포	월곶	성동	성동	16	74	사통
수원 (23)	군포	팔달	둔대	반월	365	1,461	취수탑
	성남	분당	동원	낙생	63	1,416	취수탑
	과천	분당	막계	청계	93	1,137	취수탑
	화성	우정	먹우	먹우	246	906	취수탑
	오산	팔탄	서랑	서랑	190	435	취수탑
	시흥	매송	금이	매화	52	227	취수탑
	수원	권선	구운	일월	125	299	취수탑
	의왕	수정	학의	백운	7	1,548	취수탑
	수원	팔달	하	여천	502	1,988	취수탑
	성남	수정	상적	대왕	15	919	취수탑
	광주	도척	유정	도척	140	788	사통
	화성	팔탄	기천	기천	269	2,247	사통
	의왕	팔달	월암	왕송	492	1,878	사통
	수원	팔달	하	신대	241	1,443	사통
	화성	팔탄	노하	동방	217	907	사통
	화성	매송	어천	어천	199	560	사통
	화성	매송	송라	송라	76	432	사통
	시흥	매송	계수	소래	115	227	사통
	화성	장안	석포	버들	0	4	사통
	화성	봉담	덕우	덕우	478	4,134	사통
	화성	정남	보통	보통	364	1,113	사통
	시흥	매송	과림	과림	95	435	사통
	시흥	매송	금이	칠리제	70	115	사통
안성 (9)	안성	삼죽	덕산	덕산	197	185	취수탑
	안성	죽산	장계	장계	112	878	취수탑
	안성	금광	장죽	마둔	531	3,500	취수탑
	안성	죽산	용설	용설	387	3,064	취수탑
	안성	서운	청용	청용	291	1,594	사통
	안성	원곡	반제	운수	91	359	사통
	안성	공도	마정	만수	144	505	사통
	용인	원삼	사암	용담	204	1,023	사통
	용인	원삼	두창	두창	193	1,300	사통
양평 광주 (9)	시흥	팔달	물왕	흥부	884	1,894	취수탑
	양평	지제	월산	월산	91	331	취수탑
	양평	지제	대평	대평	155	716	취수탑
	양평	개군	부	부리	14	59	취수탑
	광주	광주	중대	홍중	143	504	사통

<A1.1> 시·도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경기도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시·군	읍·면	동·리				
양평 광주 (계속)	양평	지제	수곡	어은	74	276	사통
	양평	양동	단석	단석	37	127	사통
	양평	개군	향	향리	106	457	사통
	이천	신둔	용면	용면	54	288	사통
여주 이천 (6)	여주	금사	장흥	금사	201	2,890	취수탑
	이천	설성	장천	성호	339	932	취수탑
	남양주	오남	오남	오남	332	3,512	사통
	이천	장호원	송산	용풍	200	740	사통
	여주	점동	관한	원부	214	691	사통
	여주	점동	삼합	삼합	44	199	사통
연천 포천 (10)	포천	가산	우금	우금	208	668	취수탑
	포천	관인	중	중리	150	519	사통
	포천	영중	금주	금주	78	713	사통
	포천	소흘	고모	고모	134	1,307	사통
	포천	일동	기산	기산	105	1,023	사통
	포천	영북	산정	산정	396	2,278	사통
	연천	미산	아미	백학	136	1,640	사통
	포천	창수	추동	추동	53	381	사통
	포천	영북	자일	자일	40	203	사통
	포천	가산	마전	마전	10	235	사통
파주 (15)	파주	광탄	기산	마장	179	2,637	취수탑
	파주	법원	삼방	애룡	228	978	취수탑
	파주	법원	직천	마지	307	3,891	사통
	김포	월곶	성동	성동	16	74	사통
	양주	남	황방	원당	228	1,107	사통
	양주	은현	봉암	봉암	111	908	사통
	양주	백석	기산	기산	215	878	사통
	파주	광탄	발랑	발랑	188	825	사통
	양주	회천	덕계	덕계	77	674	사통
	양주	남	신암	신암	85	387	사통
	파주	파평	금파	금파	44	153	사통
	파주	교하	와동	와동	0	0	사통
	양주	남	두곡	효촌	180	1,426	사통
	파주	조리	장곡	공능	205	690	사통
	양주	양주	남방	남방	57	310	사통
평택 (8)	용인	이동	어비	이동	2,061	17,200	취수탑
	안성	원곡	칠곡	칠곡	67	625	취수탑
	용인	이동	묵	용덕	193	1,003	취수탑
	용인	기흥	고매	기흥	1,159	10,690	취수탑

<A1.1> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경기도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
평택 (계속)	용인	남사	북	삼인동	67	361	사통
	화성	동탄	장지	장지	5	246	사통
	평택	청북	고잔	고잔	85	409	사통
	화성	동탄	산척	방교	183	626	사통

<A1.2> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[강원도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
강릉 (12)	강릉	성산	오봉	오봉	380	14,346	취수탑
	강릉	사천	사기막	사천	345	2,240	취수탑
	강릉	옥계	북동	옥계	210	1,428	사통
	강릉		죽헌	경포	205	1,011	사통
	강릉	구정	어단	동막	268	1,042	사통
	강릉	구정	어단	칠성	107	673	사통
	삼척	근덕	하맹방	초당	96	905	사통
	삼척	미로	하거노	미로	52	367	사통
	삼척	근덕	기곡	기곡	31	167	사통
	강릉		장현	장현	406	2,176	사통
	강릉	연곡	신왕	신왕	197	947	사통
	강릉	주문진	향호	향호	126	1,124	사통
영북 (4)	고성	토성	도원	도원	424	2,897	사통
	양양	강현	둔전	설악	226	1,430	사통
	고성	거진	냉천	거진	227	2,241	사통
	고성	토성	원암	학사평	153	1,249	사통
원주 (14)	원주	귀래	운남	운남	210	733	취수탑
	원주	문막	반계	반계	176	1,571	사통
	원주	흥업	흥업	흥업	140	1,013	사통
	원주	문막	비두	궁촌	172	772	사통
	평창	방림	계촌	계촌	70	233	사통
	원주	호저	고산	고산	51	515	사통
	원주	문막	건등	건등	64	439	사통
	원주	흥업	대안	대안	90	827	사통
	원주	판부	서곡	서곡	79	379	사통
	원주	호저	무장	무장	53	327	사통
	원주	문막	취병	취병	77	625	사통
	원주	신림	황둔	황둔	87	505	사통
	원주	부론	손곡	손곡	142	817	사통
	원주	부론	정산	정산	83	411	사통
철원 (6)	철원	갈말	신철원	용화	232	1,978	취수탑 설치예정
	철원	동송	강산	동송	766	4,237	취수탑
	철원	철원	산명	산명호	364	1,790	사통
	포천	관인	냉정	냉정	332	1,091	사통
	철원	동송	오덕	학	378	2,563	사통
	철원	동송	오지	금연	236	891	사통

<A1.2> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[강원도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
홍천 (15)	춘천	동산	원창	원창	59	3,207	취수탑
	춘천	서	서상	신매	255	1,856	취수탑
	홍천	서석	청량	청량	65	646	취수탑
	홍천	서석	생곡	생곡	209	2,184	사통
	홍천	북방	성동	대룡	201	1,530	사통
	양구	동	월운	월운	114	1,171	사통
	홍천	화촌	굴운	굴운	156	1,120	사통
	횡성	우천	오원	오원	118	1,024	사통
	춘천	신북	유포	조연	211	1,000	사통
	횡성	우천	법주	우천	178	905	사통
	홍천	동	개운	개운	103	747	사통
	횡성	갑천	추동	추동	68	654	사통
	홍천	홍천	상오안	상오안	80	601	사통
	횡성	강림	부곡	부곡	60	586	사통
	홍천	동	좌운	좌운	110	538	사통

<A1.3> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[충청북도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
괴산 (18)	진천	초평	신통	원남	852	8,335	취수탑
	괴산	증평	율	삼기	410	1411	사통
	괴산	소수	길선	소수	191	1247	사통
	괴산	괴산	신항	신항	85	1181	사통
	괴산	청천	삼송	송면	186	1165	사통
	괴산	문광	양곡	문광	190	996	사통
	괴산	소수	소암	소암	92	961	사통
	괴산	불정	신흥	신흥	166	906	사통
	괴산	사리	소매	백마	140	873	사통
	괴산	칠성	율원	칠성	133	645	사통
	괴산	감물	이담	이담	111	544	사통
	괴산	감물	매전	매전	50	245	사통
	괴산	사리	사담	용정	67	241	사통
	괴산	도안	노암	영수	67	241	사통
	괴산	장연	방곡	방곡	82	785	사통
	괴산	문광	방성	덕평	198	758	사통
	괴산	불청	추산	만년	155	701	사통
	괴산	불정	창산	창산	30	52	사통
보은 (8)	보은	수한	병원	보청제	1,065	4,514	취수탑
	보은	보은	종곡	구룡제	84	930	사통
	보은	보은	노티	노티제	92	633	사통
	보은	내북	상궁	궁 제	360	2052	사통
	보은	외속리	장재	박석제	92	479	사통
	보은	회북	쌍암	쌍암제	146	795	사통
	보은	마로	한중	백록제	133	818	사통
	보은	마로	갈평	송평제	80	698	사통
옥천 영동 (23)	영동	추풍령	죽전	추풍령	133	665	사통
	영동	양강	죽촌	죽촌	76	303	사통
	영동	학산	봉소	봉소	102	753	사통
	옥천	청산	목동	목동	58	450	사통
	옥천	청산	한곡	한곡	68	343	사통
	옥천	옥천	삼청	삼청	74	186	사통
	옥천	옥천	삼청	용암	71	417	사통
	옥천	옥천	교동	교동	54	342	사통
	영동	양산	죽산	오정	36	188	사통
	옥천	이원	장찬	장찬	476	3769	사통
	옥천	청성	장연	장연	164	1906	사통
	영동	양강	산막	산막	197	955	사통

<A1.3> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[충청북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
옥천 영동 (계속)	영동	매곡	강진	강진	174	879	사통
	옥천	이원	개심	개심	263	1861	사통
	옥천	안내	서대	서대	119	573	사통
	옥천	안남	청정	농암	125	649	사통
	영동	양강	지촌	지촌	31	180	사통
	영동	양산	누교	누교	62	516	사통
	옥천	청산	의지	의동	59	416	사통
	영동	학산	범화	범화	81	517	사통
	옥천	군서	상지	명경	117	410	사통
	영동	매곡	어촌	어촌	102	460	사통
	영동	용산	미전	미전	55	385	사통
음성 (12)	음성	생극	차평	유신	152	539	사통
	음성	생극	관성	금정	183	443	사통
	음성	소이	중동	용	111	198	사통
	음성	소이	갑산	봉	90	197	사통
	음성	삼성	용성	용성	32	132	사통
	음성	감곡	단평	대곡	92	123	사통
	음성	소이	봉전	봉전	92	91	사통
	음성	원남	주봉	주봉	88	801	사통
	음성	원남	하당	하당	67	459	사통
	음성	감곡	주천	장군	156	706	사통
	음성	소이	충도	충도	121	590	사통
	음성	금왕	구계	사계	21	134	사통
진천 (5)	진천	이월	신계	화산	407	1643	사통
	진천	광혜원	구암	무수	269	1272	취수탑
	진천	문백	옥성	옥성	74	428	사통
	진천	문백	사양	사양	60	208	사통
	진천	덕산	신척	신척	85	367	사통
청원 (13)	진천	초평	화산	미호	2,519	13,853	취수탑
	청주	상당	용정	용정	18	304	사통
	청원	강외	연제	연제	463	810	사통
	청원	미원	용곡	용곡	157	915	사통
	청원	미원	중	중리	63	689	사통
	청원	가덕	한계	한계	160	939	사통
	청원	미원	노현	노현	126	869	사통
	청원	강외	공북	사암	78	400	사통
	청원	내수	우산	인평	69	185	사통
	청원	현도	노산	노산	3	28	사통
	청원	북이	부연	부연	67	255	사통

<A1.3> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[충청북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
청원 (계속)	청원	내수	비상	비홍	75	351	사통
	청원	옥산	장동	장동	105	422	사통
충주 제천 (20)	충주	상모	중산	중산	217	2270	취수탑
	충주	앙성	모점	모점	173	783	취수탑
	제천	봉양	명도	매곡	66	179	취수탑
	제천	덕산	선고	선고	59	549	취수탑
	충주		호암	호암	369	996	사통
	충주		호암	대제	80	223	사통
	충주	신니	문락	광월	100	564	사통
	충주	노은	대덕	대덕	154	750	사통
	충주	앙성	모점	목미	16	38	사통
	충주	앙성	지당	복성	136	967	사통
	충주	노은	수룡	상촌	29	9	사통
	제천		모산	영호	0	510	사통
	제천		모산	비룡담	196	621	사통
	제천		두학	유암	95	394	사통
	제천		산곡	용하	27	175	사통
	제천	봉양	미당	백곡	92	317	사통
	제천	금성	월림	월림	45	330	사통
	제천	백운	방학	백마	177	1496	사통
	단양	적성	상리	적성	53	209	사통
	충주	주덕	화곡	화곡	112	861	사통

<A1.4> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[충청남도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
공주 (11)	공주	계룡	하대	계룡지	626	3,349	취수탑
	공주	계룡	경천	경천지	289	1,973	취수탑
	공주	의당	중흥	중흥지	211	1,542	취수탑
	공주	정안	고성	정안지	200	1,510	사통
	공주	우성	한천	한천지	224	1,208	사통
	공주	계룡	기산	기산지	144	806	사통
	공주	우성	용봉	우목지	283	1,592	사통
	공주	의당	요룡	요룡지	160	1,091	사통
	공주	의당	유계	유계지	94	733	사통
	공주	정안	평정	평정지	85	541	사통
	공주	의당	월곡	월곡지	42	185	사통
논산 (5)	논산	노성	병사	가곡지	208	876	사통
	논산	연무	고내	고내지	77	234	사통
	논산	연무	황화정	고합지	63	231	사통
	논산	가야곡	강청	강청지	70	323	사통
	논산	양촌	임화	임화지	41	393	사통
당진 (7)	당진	신평	초대	초대지	206	1,054	사통
	당진	송악	가교	송악지	161	451	사통
	당진	송악	전대	전대지	-	-	사통
	당진	석문	삼봉	석문지	0	540	사통
	당진	고대	당진포	온동지	23	140	사통
	당진	고대	항곡	항곡지	0	94	사통
	당진	송산	당산	당산지	0	22	사통
부여 (7)	부여	규암	석우	반산지	1,149	6,090	취수탑
	부여	충화	복금	복심지	676	3,173	사통
	부여	임천	가신	가신지	77	295	사통
	부여	임천	두곡	두곡지	23	111	사통
	부여	세도	귀덕	마하동지	37	79	사통
	부여	옥산	봉산	옥산지	636	2,682	사통
	부여	홍산	상천	상천지	150	684	사통
서산 (32)	서산	운산	고풍	고풍지	1,327	7,829	취수탑
	서산	해미	산수	산수지	641	3,590	취수탑
	서산	운산	신창	신창지	191	1,861	취수탑
	서산	음암	성암	성암지	627	2,780	취수탑
	서산	운산	용현	용현지	33	287	취수탑
	서산	해미	황락	황락지	78	1,040	사통
	서산	고북	신송	신송지	388	3,020	사통
	홍성	갈산	대사	대사지	157	1,360	사통

<A1.4> 시·도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[충청남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시·군	읍·면	동·리				
서산 (계속)	서산		잠홍	잠홍지	363	1,527	사통
	서산	인지	풍전	풍전지	656	3,060	사통
	서산	성연	고남	고남지	93	1,049	사통
	태안	태안	인평	인평지	202	824	사통
	서산	지곡	중왕	중왕지	203	964	사통
	서산	대산	대로	대산지	102	479	사통
	태안	근흥	수룡	수룡지	268	1,383	사통
	태안	안면	신야	신야지	73	527	사통
	태안	안면	창기	미포지	166	741	사통
	태안	안면	승언	승언1호	31	198	사통
	태안	안면	승언	승언2호	100	712	사통
	태안	안면	승언	승언3호	34	207	사통
	태안	원북	반계	반계1호	83	454	사통
	태안	원북	신두	신두2호	37	235	사통
	태안	원북	황촌	황촌3호	12	113	사통
	태안	이원	사창	사창지	58	437	사통
	서산	지곡	대요	지곡지	45	273	사통
	태안	안면	창기	창기지	33	85	사통
	태안	안면	중장	지포지	69	244	사통
	서산	인지	모월	모월지	0	250	사통
	서산	부석	강수	강수지	38	197	사통
	서산	부석	마룡	마룡지	40	250	사통
	태안	소원	의항	송현지	92	265	사통
	태안	소원	의항	구들지	4	7	사통
서천 (7)	서천	판교	홍림	서부지	1,618	7,999	취수탑
	부여	충화	가화	덕용지	1,085	3,988	취수탑
	서천	서	주항	주항지	166	740	취수탑
	서천	한산	축동	축동지	374	1,622	사통
	서천	판교	상좌	종천지	388	2,083	사통
	서천	문산	신농	문산지	259	1,235	사통
	서천	비인	성북	안치지	54	138	사통
보령 (18)	보령	남포	옥서	옥서지	226	1,335	사통
	보령	청소	성연	성연지	294	1,774	사통
	보령	청소	진죽	진죽지	105	485	사통
	보령	주산	신구	신구지	102	388	사통
	보령	청라	라원	월티지	104	531	사통
	보령	주포	마강	구수지	62	247	사통
	보령	청라	옥계	옥계지	75	829	사통
	보령	청라	장현	장전지	135	746	사통

<A1.4> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[충청남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
보령 (계속)	보령	웅천	수부	수부지	102	337	사통
	보령	청소	장곡	장곡지	17	122	사통
	보령	청소	죽림	죽림지	43	179	사통
	보령	주산	유곡	유곡지	17	122	사통
	보령	주산	야룡	용제지	50	197	사통
	보령	주포	연지	수지지	52	164	사통
	보령	청라	황룡	황룡지	47	267	사통
	보령	청라	의평	의평지	25	179	사통
	보령	웅천	평	평리지	22	189	사통
	보령	청소	신송	신송지	41	110	사통
아산 (17)	아산	송악	궁평	궁평지	1,112	6,913	취수탑
	아산	도고	석당	도고지	1,250	4,439	취수탑
	아산		방축	마산지	556	3,037	취수탑
	아산	둔포	봉재	봉재지	373	1,332	사통
	아산	음봉	신휴	신휴지	233	1,317	사통
	아산	영인	성내	성내지	309	1,227	사통
	아산	영인	상성	상성지	261	1,183	사통
	아산	인주	냉정	냉정지	320	943	사통
	아산	신창	오목	신창지	96	740	사통
	아산	선장	죽산	죽산지	97	615	사통
	아산	음봉	월랑	월랑지	135	550	사통
	아산	송악	수철	수철지	107	411	사통
	아산	음봉	동암	동암지	64	369	사통
	아산	인주	문방	문방지	62	280	사통
	아산	영인	신봉	신봉지	54	194	사통
	아산	음봉	신정	신정지	32	161	사통
	아산	음봉	신수	동천지	18	115	사통
연기 대금 (7)	연기	서면	용암	용암지	479	4,429	취수탑
	금산	남일	신동	신동지	60	677	사통
	금산	진산	행정	청림지	85	639	사통
	금산	금성	화림	화림지	95	434	사통
	금산	추부	장대	숭암지	100	481	사통
	금산	추부	마전	지동지	60	266	사통
	금산	추부	요광	장산지	22	224	사통
	금산	남일	신정	홍도지	2	95	사통
예산 (12)	예산	덕산	옥계	옥계지	297	1,404	취수탑
	예산	신양	여래미	여래미지	138	124	취수탑
	예산	대술	상항	방산지	266	1,984	사통
	예산	봉산	봉림	봉림지	219	1,065	사통

<A1.4> 시·도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[충청남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시·군	읍·면	동·리				
예산 (계속)	예산	예산	수철	수철지	201	785	사통
	예산	대술	송석	송석지	171	1,416	사통
	예산	광시	대리	산묵지	98	714	사통
	예산	덕산	둔리	용봉지	92	495	사통
	예산	광시	대리	보강지	71	487	사통
	홍성	금마	월암	월암지	30	324	사통
	당진	합덕	대전	백미제지	28	107	사통
	예산	덕산	상가	상가지	17	246	사통
천안 (14)	천안	목천	교촌	용연지	424	1,796	사통
	천안	입장	기로	입장지	645	539	사통
	천안	입장	시장	풍년지	292	986	사통
	천안	성환	학정	학정지	116	775	사통
	천안	성거	천흥	천흥지	252	745	사통
	천안	직산	양당	양전지	264	369	사통
	천안	성남	대정	대정지	153	739	사통
	천안		업성	업성지	178	1,002	사통
	천안	직산	마정	마정지	0	534	사통
	천안	성환	어룡	어룡지	60	92	사통
	천안		안서	문암지	56	562	사통
	천안	성거	송남	남창지	37	140	사통
	천안		신부	천호지	36	1,249	사통
	천안	성환	매주	매주지	27	197	사통
청양 (11)	청양	장평	적곡	도림지	112	3,100	취수탑
	청양	정산	천장	천장지	418	2,160	취수탑
	청양	청양	적누	적누지	91	1,493	취수탑
	청양	비봉	관산	관산지	12	23	취수탑
	청양	운곡	신대	신대지	218	1,599	사통
	청양	화성	매산	매산지	108	412	사통
	청양	화성	화암	화암지	68	355	사통
	청양	화성	수정	수정지	53	322	사통
	청양	비봉	사점	사점지	99	328	사통
	청양	비봉	방한	방한지	68	147	사통
	청양	비봉	용천	용천지	40	131	사통
홍성 (6)	예산	덕산	광천	광천지	65	261	사통
	홍성	장곡	지정	홍동지	232	795	사통
	홍성	금마	장성	홍양지	452	1,660	사통
	홍성	장곡	죽전	장곡지	249	1,284	사통
	홍성	갈산	가곡	가곡지	199	1,398	사통
	홍성	구항	공	공리지	164	1,410	사통

<A1.5> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라북도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
군산 (20)	완주	동상	소향	대아	9,815	54,646	취수탑
	완주	동상	수만	동상	1,673	11,241	사통
	군산	미룡		미제	1,000	3,928	사통
	군산	내초		옥녀	434	2,875	사통
	군산	회현	고사	대위	230	1,139	사통
	군산	임피	축산	축산	35	228	사통
	군산	임피	보석	금굴	53	290	사통
	군산	나포	주곡	대동	68	180	사통
	군산	성산	성덕	성덕	24	152	사통
	군산	옥산	당북	백석	229	148	사통
	군산	옥구	수산	훈제	0	80	사통
	군산	나포	옥곤	강정	30	66	사통
	완주	화산	운제	경천	8,449	25,346	취수탑
	군산	옥서	선연	옥구	2,260	12,993	사통
	군산	성산	대명	옥곡	262	2,532	취수탑
	완주	고산	양야	화정	235	1,897	사통
	완주	비봉	수선	비봉	71	399	사통
	완주	용진	운곡	운곡	20	329	사통
	군산	나포	부곡	부곡	61	164	사통
	군산	옥구	오곡	신장	8	54	사통
고창 (22)	고창	해리	왕촌	궁산	282	2,210	취수탑
	고창	신림	자포	신림	562	2,941	사통
	고창	고수	상평	고수	820	2,558	사통
	고창	상하	석남	석남	285	1,359	사통
	고창	심원	도천	도천	381	1,294	사통
	고창	공음	예전	예전	144	787	사통
	고창	부안	상암	상암	82	726	사통
	고창	부안	수동	수동	11	712	사통
	고창	성내	산림	성내	163	685	사통
	고창	심원	연화	연화	122	644	사통
	고창	고수	평지	평지	49	549	사통
	고창	부안	오산	오산	293	510	사통
	고창	무장	덕림	덕림	151	502	사통
	고창	상하	송곡	송곡	98	359	사통
	고창	해리	사반	라성	88	288	사통
	고창	해리	고성	고성	82	178	사통
	고창	고수	평지	청계	0	144	사통
	고창	무장	고라	고라	42	141	사통

<A1.5> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
고창 (계속)	고창	대산	매산	산정	59	137	사통
	고창	대산	중산	미동	70	134	사통
	고창	고창	노동	노동	256	1,247	사통
	고창	신림	가평	가평	99	297	사통
남원 (27)	장수	번암	동화	동화	1812	31,333	취수탑
	장수	장계	대곡	오동	658	5,871	취수탑
	장수	계북	양악	지소	333	2,171	취수탑
	장수	천천	와룡	와룡	-	-	취수탑
	남원	운봉	화수	옥계	150	917	취수탑
	장수	번암	국포	장남	936	5,970	취수탑
	남원	아영	구상	구상	54	396	취수탑
	남원	보절	도룡	도촌	153	355	사통
	남원	인월	유곡	유곡	146	326	사통
	장수	장계	금덕	금덕	60	281	사통
	남원	주천	장안	장안	78	251	사통
	장수	장수	동촌	동촌	32	104	사통
	장수	산서	오성	오성	30	96	사통
	남원	주생	도산	금풍	454	2338	사통
	남원	운봉	주촌	주촌	363	1353	사통
	장수	계남	궁양	벽남	185	969	사통
	남원	아영	일대	일대	177	799	사통
	장수	장수	대성	필덕	127	789	사통
	남원	수지	호곡	수송	130	699	사통
	남원	운봉	공안	공안	84	303	사통
	장수	장수	개정	개정	49	256	사통
	남원	이백	효기	효기	67	223	사통
	장수	장수	송천	단평	57	220	사통
	장수	산서	사계	사계	52	216	사통
	장수	산서	쌍계	쌍용	61	172	사통
	장수	산서	학선	매동	27	108	사통
	남원	주천	배덕	동마	45	99	사통
동진 (19)	고창	흥덕	석우	흥덕	3182	9,946	취수탑
	김제	용지	금평	금평	800	4,029	취수탑
	김제	만경	만경	능	0	6,866	취수탑
	김제	금구	월전	당월	0	1,398	취수탑
	부안	계화	의복	청호	0	18,930	사통
	김제	백산	상	백산	0	3,396	사통
	부안	동진	하장	고마	0	3,337	사통
	부안	주산	사산	사산	400	1,780	사통

<A1.5> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
동진 (계속)	정읍	고부	장문	석우	208	991	사통
	부안	변산	마포	유유	50	477	사통
	부안	변산	지서	운산	50	474	사통
	김제	금구	산동	대화	400	1,692	사통
	부안	진서	석포	석포	97	931	사통
	김제	금구	선암	선암	200	739	사통
	부안	보안	영전	운호	75	640	사통
	부안	상서	감교	개암	140	536	사통
	부안	보안	우동	우동	110	481	사통
	부안	보안	남포	남포	110	447	사통
	김제	만경	대동	서변	0	72	사통
순창 (21)	순창	복흥	봉덕	대가	92	568	사통
	순창	복흥	대방	대방	64	506	사통
	순창	쌍치	금성	금성	43	490	사통
	순창	복흥	동산	동산	155	357	사통
	순창	팔덕	청계	강천	0	302	사통
	순창	복흥	상송	낙덕	158	273	사통
	순창	동계	수정	수정	31	132	사통
	순창	동계	유산	이산	37	131	사통
	순창	풍산	죽곡	죽곡	25	117	사통
	순창	동계	구미	구호	34	104	사통
	순창	구림	월정	구림	238	1,127	사통
	순창	팔덕	청계	팔덕	524	1,037	사통
	순창	쌍치	양신	양신	93	878	사통
	순창	복흥	화양	화양	48	550	사통
	순창	쌍치	운암	쌍치2	83	506	사통
	순창	복흥	서마	서마	69	477	사통
	순창	쌍치	학선	종암	83	374	사통
	순창	인계	탑	인계	90	337	사통
	순창	동계	내령	내령	43	180	사통
	순창	동계	수장	난계	59	149	사통
	순창	동계	동심	동심1	78	136	사통
익산 (10)	익산	금마	동고도	금마	172	930	사통
	익산	여산	원수	원수	147	550	사통
	익산	왕궁	용화	도순	154	524	사통
	익산	함라	신등	입남	7	201	사통
	익산	웅포	송천	송천	36	118	사통
	익산	여산	원수	학동	43	114	사통
	익산	여산	태성	현천지	179	300	사통

<A1.5> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
익산 (계속)	익산	왕궁	동용	왕궁	524	1,941	사통
	익산	낭산	낭산	미륵	282	864	사통
	익산	여산	제남	옥금	121	320	사통
	군산	서수	마룡	수시	0	76	사통
전주 (50)	무주	안성	공정	공정	340	1,593	취수탑
	완주	구이	두현	구이	1,769	10,878	취수탑
	진안	진안	군상	군상	25	181	취수탑
	임실	성수	오봉	오봉	541	4,230	취수탑
	진안	성수	노촌	노촌	255	1,514	취수탑
	전주	우아		인교	188	1,269	취수탑
	진안	부귀	궁항	궁항	51	411	사통
	임실	관촌	신전	신전	86	334	사통
	임실	신덕	삼길	삼길	41	276	사통
	임실	관촌	도봉	도봉	60	190	사통
	완주	구이	광곡	광곡	179	1,339	사통
	무주	무풍	은산	무풍	161	778	사통
	전주	반월		기지	128	751	사통
	진안	진안	연장	연장	44	461	사통
	임실	신덕	월성	월성	93	416	사통
	무주	적상	괴목	괴목	47	414	사통
	임실	신덕	오궁	오궁	36	288	사통
	진안	마령	덕천	덕천	26	281	사통
	진안	부귀	봉암	봉암	61	245	사통
	임실	성수	삼봉	삼봉	44	196	사통
	임실	삼계	학정	학정	61	192	사통
	완주	이서	금평	금평	62	163	사통
	완주	이서	용서	해교	32	133	사통
	임실	성수	도인	도인	43	128	사통
	진안	진안	구룡	구룡	33	122	사통
	무주	안성	덕산	덕산	140	1,592	사통
	전주	호성		백석	515	1,461	사통
	완주	구이	안덕	안덕	109	880	사통
	임실	성수	성수	성남	241	784	사통
	완주	용진	간중	용진	97	750	사통
	진안	부귀	황금	황금	74	638	사통
	진안	백운	신암	신암	74	551	사통
	진안	진안	반월	반월	67	229	사통
	진안	용담	송풍	송풍	63	504	사통
	진안	부귀	세동	신정	76	455	사통

<A1.5> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
전주 (계속)	임실	청웅	두복	용추	78	451	사통
	임실	임실	두곡	두곡	69	370	사통
	임실	임실	두만	지산	51	367	사통
	진안	주천	대불	대불	43	278	사통
	완주	이서	남계	망우	116	129	사통
	진안	진안	반월	포강	0	11	사통
	완주	상관	신	어두	13	225	사통
	진안	성수	도통	중평	49	167	사통
	진안	주천	용덕	용덕	26	159	사통
	무주	부남	장안	장안	37	145	사통
	진안	성수	좌산	좌산	48	133	사통
	진안	상전	월포	월포	5	129	사통
	완주	이서	반교	광석	93	124	사통
	진안	부귀	봉암	가정	9	124	사통
	무주	무주	당산	압수	17	115	사통
정읍 (10)	정읍	내장		내장	592	4,423	취수탑
	정읍	옹동	상산	오성	168	2,127	취수탑
	정읍	칠보	수청	수청	471	4,259	사통
	정읍	입암	천원	입암	532	3,409	사통
	정읍	과교		용산	384	2,189	사통
	정읍	내장		부전	173	1,650	사통
	정읍	소성	주천	애당	0	1,587	사통
	정읍	고부	만수	만수	0	1,249	사통
	정읍	입암	지선	지선	103	600	사통
	정읍	칠보	백암	후원백	0	59	사통

<A1.6> 시·도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시·군	읍·면	동·리				
강진 완도 (23)	강진군	도암면	봉황리	석문	153	633	취수탑
	강진군	강진읍	서산리	서산	400	2,852	사통
	강진군	옴천면	월곡리	월곡	382	2,238	사통
	강진군	성전면	월남리	월남	512	2,217	사통
	강진군	마량면	마량리	영동	131	1,323	사통
	강진군	신전면	수양리	봉양	149	973	사통
	강진군	작천면	갈동리	학동	103	747	사통
	강진군	군동면	금사리	금사	194	654	사통
	강진군	성전면	월평리	월평	76	648	사통
	강진군	칠량면	명주리	명주	153	633	사통
	완도군	군외면	대문리	신학	77	482	사통
	강진군	군동면	화산리	화산	132	424	사통
	완도군	고금면	농상리	백운	99	424	사통
	완도군	고금면	청용리	청용	79	414	사통
	강진군	성전면	송월리	송월	52	268	사통
	강진군	작천면	삼열리	용동	51	146	사통
	강진군	대구면	용운리	당전	183	1,138	사통
	강진군	칠량면	삼흥리	삼흥	238	1,102	사통
	강진군	강진읍	임천리	임천	253	924	사통
	강진군	성전면	월하리	성전	183	673	사통
	강진군	작천면	삼당리	작천	153	633	사통
	강진군	옴천면	영산리	영산	121	446	사통
	강진군	도암면	용흥리	용흥	73	300	사통
고흥 (27)	고흥군	풍양면	안동리	풍도	23	105	취수탑
	고흥군	도양읍	용정리	용정	50	220	취수탑
	고흥군	동강면	오월리	오월	467	2,670	사통
	고흥군	동강면	마륜리	원등	195	1,356	사통
	고흥군	남양면	침교리	침교	151	886	사통
	고흥군	포두면	봉림리	금사	106	795	사통
	고흥군	풍양면	안동리	매곡	130	740	사통
	고흥군	도화면	덕중리	덕중	97	733	사통
	고흥군	포두면	봉림리	대룡	106	620	사통
	고흥군	점암면	사정리	사정	112	540	사통
	고흥군	풍양면	율치리	사동	96	450	사통
	고흥군	고흥읍	등암리	등암	90	393	사통
	고흥군	포두면	남성리	남성	54	360	사통
	고흥군	도덕면	도덕리	도덕	100	280	사통
	고흥군	두원면	운대리	운대	57	240	사통

<A1.6> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
고흥 (계속)	고흥군	도화면	봉용리	세곡	77	220	사통
	고흥군	과역면	호덕리	호덕	48	200	사통
	고흥군	도양읍	용정리	하류	70	165	사통
	고흥군	포두면	봉림리	봉림	6	108	사통
	고흥군	도양읍	용정리	대분	35	105	사통
	고흥군	점암면	연봉리	연봉2	54	310	사통
	고흥군	동강면	대강리	대강	181	550	사통
	고흥군	포두면	세동리	미후	42	383	사통
	고흥군	점암면	연봉리	연봉1	213	1,020	사통
	고흥군	점암면	성기리	팔영	91	260	사통
	고흥군	남양면	신흥리	주교1	63	127	사통
	고흥군	도화면	당오리	당오	23	105	사통
곡성 (15)	곡성군	오곡면	구성리	구성	615	2,069	사통
	곡성군	옥과면	율사리	금단	100	391	사통
	곡성군	오산면	선세리	성덕	85	318	사통
	곡성군	옥과면	무창리	백련	65	256	사통
	곡성군	고달면	뇌죽리	뇌죽	79	256	사통
	곡성군	겸면	괴정리	괴정	71	209	사통
	곡성군	겸면	대명리	백운	46	184	사통
	곡성군	석곡면	방송리	방송	50	179	사통
	곡성군	오산면	연화리	연화	34	161	사통
	곡성군	옥과면	황산리	황산	23	101	사통
	곡성군	옥과면	무창리	무창	19	130	사통
	곡성군	겸면	산정리	산정	58	119	사통
	곡성군	겸면	운교리	운강	37	151	사통
	곡성군	삼기면	금반리	금반	64	180	사통
	곡성군	삼기면	의암리	우음	36	166	사통
구례 (11)	구례군	간전면	효곡리	효곡	255	1,738	취수탑
	구례군	광의면	방광리	천은	362	1,769	취수탑
	구례군	광의면	구만리	구만	532	2,087	사통
	구례군	토지면	구산리	문수	356	1,800	사통
	구례군	구례읍	백련리	백련	31	250	사통
	구례군	구례읍	봉서리	봉서	65	211	사통
	구례군	광의면	온당리	온동	42	193	사통
	구례군	간전면	수평리	만수	0	160	사통
	구례군	용방면	용정리	용정	19	160	사통
	구례군	마산면	황전리	대지	230	1,005	사통
	구례군	광의면	방광리	방광	146	448	사통

<A1.6> 시・도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시・군	읍・면	동・리				
나주 (24)	나주시	다시면	운봉리	백용	0	3,236	취수탑
	나주시	다도면	판촌리	나주	9,330	87,800	취수탑
	나주시	봉황면	만봉리	만봉	0	946	사통
	영암군	시종면	금지리	금지	0	799	사통
	나주시	동강면	인동리	우습	0	629	사통
	나주시	산포면	송림리	송림	0	638	사통
	영암군	신북면	이천리	냉천	0	636	사통
	나주시	노안면	안산리	노안1	0	601	사통
	나주시	동강면	월송리	송암	149	606	사통
	나주시	다도면	덕동리	덕동	52	534	사통
	나주시	다도면	암정리	강정	54	528	사통
	나주시	봉황면	송현리	송현	0	506	사통
	나주시	경현동	경현동	한수	74	348	사통
	나주시	산포면	화지리	화지	0	306	사통
	나주시	대호동	대호동	대호	42	227	사통
	나주시	노안면	영평리	노안2	0	210	사통
	나주시	노안면	유곡리	복암	0	185	사통
	나주시	세지면	대산리	용궁	0	190	사통
	나주시		송촌동	연화	0	172	사통
	나주시	노안면	오정리	오정	0	154	사통
	나주시	산포면	신도리	월산	0	148	사통
	나주시	문평면	북동리	금계	14	142	사통
	나주시	보산동	보산동	보산	27	106	사통
	나주시	동강면	운산리	신원	36	106	사통
담양 (5)	담양군	월산면	용흥리	월산2	143	1,624	사통
	담양군	무정면	정석리	정석	130	610	사통
	담양군	대전면	평장리	대아	210	604	사통
	담양군	대덕면	운암리	운암	148	495	사통
	담양군	남면	경상리	경상	70	288	사통
무안 신안 (23)	무안군	일로읍	봉명리	감돈	133	1,631	취수탑
	신안군	비금면	광대리	광대	121	592	취수탑
	신안군	안좌면	신촌리	신촌	96	476	취수탑
	신안군	장산면	공수리	장산	0	1,313	사통
	무안군	몽탄면	당호리	일로2	0	1,153	사통
	무안군	몽탄면	사천리	사천	74	608	사통

<A1.6> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
순천 광양 여수 (27)	광양시	봉강면	지곡리	백운	779	4,514	취수탑
	순천시	별량면	대룡리	대룡	363	2,224	사통
	순천시	별량면	운천리	운천	239	859	사통
	여수시	소라면	대포리	대포	260	818	사통
	순천시	주암면	행정리	행정	210	744	사통
	여수시	율촌면	신풍리	신풍	78	650	사통
	여수시	화양면	화동리	화동	95	571	완료
	순천시	낙안면	동내리	동교	187	537	사통
	순천시	별량면	금치리	금동	112	521	사통
	광양시	진월면	차사리	차사	80	479	사통
	순천시	서면	압곡리	용곡	50	489	사통
	여수시	율촌면	가장리	연화	73	475	사통
	순천시	월등면	운월리	운월	96	413	사통
	광양시	진월면	오사리	오사	109	355	사통
	순천시	낙안면	상송리	상송	48	334	사통
	광양시	광양읍	덕례리	인덕	77	288	사통
	광양시	진월면	선소리	복곡	89	210	사통
	순천시		왕지동	대동	39	154	사통
	순천시	서면	압곡리	용림	28	152	사통
	순천시	서면	운평리	죽청	50	149	사통
	순천시	주암면	복다리	보령	36	134	사통
	여수시	소라면	죽림리	관기	184	611	사통
	광양시	옥곡면	신금리	신금	104	393	사통
	여수시		주삼동	봉계1	84	218	사통
	여수시	율촌면	조화리	조화	57	202	사통
	광양시		황길동	황길	80	190	사통
	여수시	율촌면	가장리	가장	44	120	사통
영광 (20)	영광군	염산면	오동리	오동	282	1,759	취수탑
	영광군	염산면	상계리	명도	16	29	취수탑
	영광군	불갑면	녹산리	불갑	2,554	9,848	취수탑
	고창군	공음면	두암리	대정	605	2,360	사통
	영광군	백수읍	길용리	길용	269	1,689	사통
	영광군	염산면	옥실리	옥실	143	1,010	사통
	영광군	군남면	용암리	용암	141	733	사통
	영광군	대마면	남산리	남산	174	372	사통
	영광군	백수읍	홍곡리	홍곡	104	351	사통
	영광군	백수읍	천정리	천정	89	322	사통

<A1.6> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
영광 (계속)	영광군	염산면	상계리	봉덕	92	290	사통
	영광군	홍농읍	칠곡리	칠곡	61	285	사통
	영광군	염산면	봉남리	봉양	63	256	사통
	영광군	영광읍	덕호리	칠성	63	209	사통
	영광군	염산면	봉남리	구내	24	166	사통
	영광군	법성면	진내리	검산	25	150	사통
	영광군	묘량면	덕흥리	홍곡	30	120	사통
	영광군	대마면	성산리	평금	31	105	사통
	영광군	대마면	성산리	대안	39	107	사통
	영광군	대마면	홍교리	학동	20	90	사통
영암 (24)	영암군	서호면	엄길리	학파1	439	2,749	사통
	영암군	군서면	도갑리	도갑	137	1,429	사통
	영암군	학산면	상월리	율치	301	1,474	사통
	영암군	영암읍	개신리	쌍정	292	1,264	사통
	영암군	도포면	성산리	성산	292	757	사통
	영암군	금정면	남송리	입석	212	805	사통
	영암군	금정면	연보리	연보	97	646	사통
	영암군	서호면	소산리	학파2	114	573	사통
	영암군	삼호면	서창리	서창	0	406	사통
	영암군	미암면	춘동리	춘동	0	420	사통
	영암군	영암읍	개신리	사자	52	383	사통
	영암군	영암읍	회문리	대동	0	390	사통
	영암군	시종면	태간리	태간	204	265	사통
	영암군	군서면	모정리	모정	15	234	사통
	영암군	시종면	만수리	만수	0	211	사통
	영암군	도포면	봉호리	봉호	56	209	사통
	영암군	덕진면	백계리	백계	0	195	사통
	영암군	시종면	구산리	구산	0	194	사통
	영암군	시종면	신학리	동방	0	186	사통
	영암군	학산면	신덕리	신덕	0	166	사통
	영암군	학산면	신덕리	신덕상	0	62	사통
	영암군	도포면	수산리	조감	0	165	사통
	영암군	군서면	성양리	성양	406	1,137	사통
	영암군	금정면	연소리	연소	80	920	사통

<A1.6> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
장성 광주 (16)	장성군	삼서면	수양리	수양	0	7,598	취수탑
	장성군	삼서면	대도리	대도	0	547	취수탑
	장성군	장성읍	용강리	장성	5,931	84,800	취수탑
	장성군	북하면	월성리	월성	111	1,134	사통
	장성군	북이면	백암리	백암	147	1,021	사통
	장성군	북이면	달성리	달성	126	647	사통
	장성군	북이면	죽청리	죽청	68	514	사통
	나주시	남평읍	평산리	평산	0	324	사통
	장성군	진원면	진원리	진원	0	319	사통
	장성군	북일면	문암리	광암	96	305	사통
	장성군	삼서면	유평리	유평	0	276	사통
	장성군	진원면	선적리	선동	0	258	사통
	장성군	동화면	월산리	임곡	13	245	사통
	장성군	삼계면	죽림리	죽림	97	242	사통
	장성군	북일면	성산리	구봉	91	188	사통
	장성군	삼서면	유평리	유정	0	143	사통
장흥 (23)	장흥군	대덕읍	연지리	연지	202	2,329	사통
	장흥군	관산읍	외동리	수동	428	2,428	사통
	장흥군	관산읍	지정리	지정	322	1,659	사통
	장흥군	안양면	학송리	신촌	222	1,212	사통
	장흥군	대덕읍	가학리	덕촌	343	1,110	사통
	장흥군	대덕읍	연지리	서산	169	778	사통
	장흥군	관산읍	농안리	농안	152	876	사통
	장흥군	용산면	운주리	운주	136	774	사통
	장흥군	관산읍	외동리	어은	82	766	사통
	장흥군	관산읍	성산리	성산	125	693	사통
	장흥군	대덕읍	분토리	하분	107	681	사통
	장흥군	장흥읍	금산리	금산	181	658	사통
	장흥군	안양면	모령리	모령	124	645	사통
	장흥군	안양면	당암리	월계	197	571	사통
	장흥군	장평면	제산리	제산	122	524	사통
	장흥군	관산읍	하발리	동촌	69	385	사통
	장흥군	안양면	학송리	장수	0	307	사통
	장흥군	대덕읍	도청리	도청	37	176	사통
	장흥군	용산면	녹원리	녹원	33	152	사통
	장흥군	용산면	접정리	오도	24	141	사통
	장흥군	관산읍	죽청리	죽청	34	101	사통
	장흥군	관산읍	삼산리	부안	119	536	사통
	장흥군	장동면	하산리	하산	125	527	사통

<A1.6> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
진도 (20)	진도군	지산면	가치리	봉암	388	1,950	사통
	진도군	의신면	사천리	사천	279	1,134	사통
	진도군	군내면	둔전	둔전	227	1,120	사통
	진도군	임회면	용산리	용산	212	860	사통
	진도군	의신면	칠전리	천망	146	642	사통
	진도군	고군면	오산리	오산	130	578	사통
	진도군	의신면	송정리	송정	118	380	사통
	진도군	진도읍	동외리	성죽	34	241	사통
	진도군	임회면	백동리	백동	69	226	사통
	진도군	진도읍	동외리	동외	31	180	사통
	진도군	고군면	도평리	도평	44	123	사통
	진도군	고군면	내산리	마산	47	161	사통
	진도군	조도면	창유리	창유	51	153	사통
	진도군	진도읍	수역리	매향	55	150	사통
	진도군	임회면	명슬리	명슬	24	95	사통
	진도군	지산면	소포리	소포담수호	886	3,875	양수장
	진도군	지산면	심동리	심동	0	708	사통
	진도군	군내면	월가리	월가	116	637	사통
	진도군	지산면	연동리	내연	0	344	사통
	진도군	지산면	고야리	고야	81	306	사통
함평 (10)	함평군	대동면	운교리	대동	992	5,309	취수탑
	함평군	손불면	월천리	월천	361	1,251	취수탑
	함평군	신광면	동정리	동정	154	835	사통
	함평군	해보면	금계리	금계	131	633	사통
	함평군	손불면	궁산리	목교	89	490	사통
	함평군	대동면	용성리	용성	43	312	사통
	함평군	대동면	강운리	강운	72	225	사통
	함평군	학교면	금송리	반곡	31	216	사통
	함평군	학교면	마산리	청수	39	180	사통
	함평군	손불면	산남리	산남	0	450	사통
해남 (34)	해남군	화원면	신덕리	신덕	428	2,985	사통
	해남군	송지면	신기리	군곡	416	2,011	사통
	해남군	현산면	구산리	구산	216	1,653	사통
	해남군	송지면	해원리	해원	341	1,558	사통
	해남군	화산면	방축리	연화	392	1,905	사통
	해남군	계곡면	가학리	가학	207	910	사통
	해남군	옥천면	백호리	백호	369	826	사통
	해남군	화원면	산호리	화원1	191	821	사통
	해남군	계곡면	성진리	오류	197	810	사통

<A1.6> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[전라남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
해남 (계속)	강진군	도암면	지석리	강정	169	748	사통
	해남군	계곡면	신평리	신평	152	660	사통
	해남군	북일면	장수리	장수	126	677	사통
	해남군	해남읍	해리	금강	173	534	사통
	해남군	송지면	연평리	미야	69	208	사통
	해남군	화원면	산호리	화원2	117	535	사통
	해남군	계곡면	방춘리	방춘	130	491	사통
	해남군	삼산면	상가리	상가	67	428	사통
	해남군	황산면	호동리	호동	106	315	사통
	해남군	황산면	관춘리	관춘	97	273	사통
	해남군	계곡면	가학리	구가학	0	270	사통
	해남군	황산면	한자리	한자	0	376	사통
	해남군	마산면	연구리	연구	58	218	사통
	해남군	화산면	송산리	송산	59	210	사통
	해남군	화원면	산호리	화원3	51	210	사통
	해남군	해남읍	연동리	연동	59	209	사통
	해남군	옥천면	영춘리	영춘	23	189	사통
	해남군	해남읍	신안리	상미	25	181	사통
	해남군	현산면	백포리	백포	45	171	사통
	해남군	삼산면	구림리	양촌	489	4,481	사통
	해남군	현산면	구시리	구시	465	2,524	사통
	해남군	북평면	동해리	동해	203	1,261	사통
	해남군	마산면	장촌리	만년	120	383	사통
	해남군	황산면	연당리	흑암	0	390	사통
	해남군	북일면	운전리	운전	77	271	사통
화순 (14)	화순군	한천면	금전리	금전	766	2,034	사통
	화순군	동복면	유천리	유천	286	1,818	사통
	화순군	도암면	등광리	도암	184	1,379	사통
	화순군	이서면	안심리	안심	153	1,150	사통
	화순군	청풍면	백운리	등용	353	675	사통
	화순군	춘양면	변천리	가동	128	395	사통
	화순군	한천면	반곡리	반곡	107	395	사통
	화순군	남면	원리	원동	90	205	사통
	화순군	도암면	천태리	안성	0	114	사통
	화순군	동복면	독상리	독상	0	90	사통
	화순군	동면	서성리	서성	430	1,880	사통
	화순군	이양면	장치리	장치	347	1,280	사통
	화순군	북면	송단리	송단	224	1,220	사통
	화순군	청풍면	이만리	청풍	102	1,005	사통

<A1.7> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상북도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
경산 (19)	경산	용성	송림	송림	24	2,582	취수탑
	경산	용성	송림	용성	0	1,791	취수탑
	경산	남천	신방	송백	0	1,371	취수탑
	청도	금천	박곡	박곡	4.2	1,322	취수탑
	청도	각북	우산	우산	0	666	취수탑
	경산	진량	양기	문천	232	4,195	사통
	경산		계양	남매	129	1,180	사통
	경산	와촌	소월	소월	187	2,155	사통
	경산	님산	송내	송내	44	1,144	사통
	청도	청도	부야	부야	64	451	사통
	청도	화양	삼신	남성현	65	316	사통
	청도	화양	교촌	화강	86	382	사통
	경산	남천	하도	하도	58	1,262	사통
	청도	각남	옥산	대산	76	605	사통
	청도	금천	김전	김전	84	630	사통
	청도	이서	수야	수야	107	649	사통
	청도	이서	칠엽	강정	48	295	사통
	청도	각북	지슬	지슬	88	1,366	사통
	청도	각북	금천	금천	84	755	사통
경주 (15)	경주		보문	보문	1087	9,834	취수탑
	경주	서	심곡	심곡	1025	3,368	취수탑
	경주	안강	두류	하곡	988	4,557	사통
	경주	안강	옥산	옥산	95	656	사통
	경주	안강	오룡	성산	29	652	사통
	경주	강동	왕신	왕신	276	1,660	사통
	경주	천북	화산	화산	93	979	사통
	경주	천북	성지	성지	134	564	사통
	경주	건천	송선	송선	0	1,945	사통
	경주	건천	방내	방내	69	260	사통
	경주	건천	용곡	용곡	69	509	사통
	경주	산내	대현	대현	220	642	사통
	경주		하동	하동	149	792	사통
	경주	외동	석계	석계	139	683	사통
	경주	양북	송전	송전상	94	438	사통
고령 (6)	고령	고령	중화	중화	149	765	사통
	고령	고령	신	신동	110	827	사통
	고령	덕곡	옥계	옥계	0	289	사통

<A1.7> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
고령 (계속)	고령	덕곡	덕곡	덕곡	435	1,846	사통
	고령	다산	곽촌	주을	0	246	사통
	고령	성산	용소	용소	85	195	사통
구미 (18)	김천	남	오봉	오봉	518	4,088	취수탑
	구미		수점	대성	352	3,476	사통
	구미		남통	금오	55	2,124	사통
	구미	장천	오로	오로	181	1,923	사통
	구미	옥성	대원	옥성	449	1,898	사통
	구미	해평	송곡	창림	318	1,513	사통
	구미	무을	상송	무을	234	1,283	사통
	김천	대항	복전	직지	156	1,133	사통
	구미	옥성	옥관	옥관	128	786	사통
	김천	감문	광덕	광덕	124	680	사통
	구미	산동	인덕	인덕	62	468	사통
	김천	조마	대방	대방	52	308	사통
	구미	고아	문성	문수	49	170	사통
	구미	해평	송곡	용수	32	146	사통
	김천	봉산	상금	금화	34	133	사통
	김천	농소	노곡	노곡	28	123	사통
	구미	해평	송곡	송암	6	38	사통
	구미	해평	낙산	칠창	19	29	사통
달성 (1)	칠곡	지천	금호	하빈	220	1,280	사통
문경 (3)	문경	산북	회룡	회룡	269	1,380	사통
	문경	산양	우본	우본	219	605	사통
	문경	산양	평지	평지	0	812	사통
상주 (6)	상주	공검	오태	오태	989	5,169	사통
	상주	중동	오상	오상	38	225	사통
	상주	이안	안룡	안룡	137	909	사통
	상주	화동	반곡	반곡	59	212	사통
	상주	모서	화현	보미	74	557	사통
	상주	모동	이동	덕곡	78	490	사통
성주 (1)	성주	용암	운산리	운산	0	66	사통

<A1.7> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
안동 (12)	안동	풍산	신양	신양	52	160	취수탑
	안동	풍산	만운	만운	416	2,051	사통
	안동	풍천	갈전	호민	149	621	사통
	안동	풍천	가곡	가곡	0	124	사통
	안동	길안	배방	배방	32	144	사통
	안동	풍산	소산	소산	24	153	사통
	안동	풍천	기산	석방	12	80	사통
	안동	남후	단호	단호	0	53	사통
	예천	호명	암천	갈포	0	35	사통
	안동	풍천	광덕	건잦	16	12	사통
	예천	지보	어신	다암	0	18	사통
	안동	임동	위	위동	0	308	사통
영덕 (14)	영덕	영해	묘곡	묘곡	1077	5,528	취수탑
	울진	온정	온정	온정	118	872	취수탑
	영덕	지품	기사	기사	150	1,241	사통
	울진	원남	매화	매화	177	1,113	사통
	영덕	남정	도천	도천	257	1,052	사통
	영덕	병곡	영	백록	110	625	사통
	영덕	달산	봉전	달산	84	438	사통
	울진	북	덕구	부구	64	463	사통
	영덕	창수	수	수동	121	263	사통
	영덕	병곡	영	영동	0	387	사통
	영덕	남정	회	회동	81	345	사통
	영덕	남정	남정	남정	49	244	사통
	영덕	남정	양성	양성	25	168	사통
	영덕	남정	용전	용전	0	230	사통
영주 (4)	영주	풍기	욱금	금계	561	3,993	취수탑
	봉화	재산	동면	동면	44	347	사통
	봉화	봉성	창평	창평	187	665	사통
	봉화	봉성	금봉	금봉	61	406	사통
영천 (9)	영천	고경	파계	고경	183	1,314	사통
	영천	임고	사	임고	189	1,533	사통
	영천	화산	연정	화산	137	1,039	사통
	영천	화북	횡계	횡계	138	818	사통
	영천	북안	유상	유상	101	787	사통
	영천	고경	삼포	삼포	15	224	사통
	영천	화남	사천	노방	148	435	사통
	영천	북안	도유	도유	163	685	사통
	영천	청통	대평	풍락	334	2,080	사통

<A1.7> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
예천 (9)	예천	용문	내지	금당	350	1,670	취수탑
	예천	유천	죽안	죽안	188	986	사통
	예천	용문	내지	운암	212	824	사통
	예천	지보	신풍2	신풍	112	258	사통
	예천	지보	도화1	용암	30	176	사통
	예천	용문	능천	죽림	16	65	사통
	예천	지보	만화	마전	17	58	사통
	예천	풍양	효갈	효갈	0	60	사통
	예천	풍양	풍신	삼풍	0	65	사통
의성 (15)	의성	구천	조성	조성	663	3,277	취수탑
	의성	가음	양지	가음	220	1,953	사통
	의성	옥산	금봉	금봉	65	1,770	사통
	의성	안계	위양	개천	235	1,187	사통
	군위	산성	백학	백학	75	429	사통
	의성	단밀	위중	용암	229	828	사통
	군위	소보	산법	산호	113	516	사통
	군위	소보	내의	내의	44	240	사통
	구미	산동	백현	평호	-	-	사통
	군위	효령	매곡	고매	110	250	사통
	의성	사곡	매곡	매곡	55	422	사통
	의성	옥산	실업	실업	18	254	사통
	의성	점곡	동변	점곡	32	669	사통
	군위	부계	창평	창평	39	326	사통
	군위	부계	가호	동림	12	238	사통
진산 (16)	진주	명석	남성	남성	92	1,224	사통
	산청	생초	향양	향양	101	1,192	사통
	진주	금곡	인담	인담	63	677	사통
	진주	금산	용아	금호	0	545	사통
	진주	명석	신기	솔기	98	916	사통
	진주	미천	어옥	어옥	83	616	사통
	진주	미천	향양	동향	48	505	사통
	진주	이반성	가산	가산	99	644	사통
	진주	집현	정평	응석	131	673	사통
	산청	생비량	도리	도리	64	78	사통
	진주	미천	상미	상미	73	400	사통
	진주	명석	용산	지내	24	450	사통
	진주	미천	오방	오방	9	316	사통
	진주	진성	대사	백암	65	458	사통

<A1.7> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상북도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
진산 (계속)	진주	진성	동산	월정	65	458	사통
	산청	신등	장천	손항	105	514	사통
청송 (9)	영양	석보	화매	화매	194	1,959	취수탑
	청송	현서	수락	성덕	111	81	취수탑
	청송	현동	월매	월매	109	862	취수탑
	청송	진보	고현	고현	138	1,091	사통
	청송	부남	화장	구천	146	727	사통
	청송	안덕	장전	장전	102	450	사통
	청송	현동	거성	신풍	97	725	사통
	청송	진보	괴정	갈평	86	822	사통
	영양	수비	오기	오기	61	412	사통
칠곡 (14)	칠곡	지천	창평	지천	324	1,972	취수탑
	칠곡	동명	구덕	동명	113	1,839	사통
	칠곡	가산	금화	금화	210	1,556	사통
	금릉	남면	부상	남북	242	1,056	사통
	칠곡	왜관	매원	매원	140	781	사통
	칠곡	지천	황학	달서	59	750	사통
	칠곡	가산	송학	봉학	102	541	사통
	칠곡	석적	성곡	유학	29	498	사통
	칠곡	약목	남계	두만	129	481	사통
	구미		구평	학서	21	343	사통
	칠곡	약목	남계	남계	101	317	사통
	칠곡	지천	창평	창평	36	266	사통
	칠곡	가산	천평	천평	45	230	사통
포항 (15)	포항	신광	호	용연	1,283	6,576	취수탑
	포항	신광	마북	마북	226	5,503	취수탑
	포항	기북	관천	은천	205	627	취수탑
	포항	오천	항사	오어	386	4,879	사통
	포항	신광	반곡	반곡	269	1,080	사통
	포항	신광	냉수	용천	93	804	사통
	포항	기계	화봉	기동	199	770	사통
	포항	청하	청계	청계	149	877	사통
	포항	청하	청계	회학	159	625	사통
	포항	대보	대보	대보	61	372	사통
	포항	송라	방석	용곡	222	1,165	사통
	포항	청하	명안	안심	180	1,130	사통
	포항	청하	고현	고현	99	470	사통
	경주	강동	단구	부흥	69	328	사통
	포항	대보	강사	강사	106	733	사통

<A1.8> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상남도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
거창 (15)	함양	병곡	옥계	옥계	399	2,860	취수탑
	거창	웅양	산포	웅양	314	2,140	취수탑
	거창	가북	박암	가북	1,034	5,123	사통
	거창	남하	지산	지산	95	611	사통
	거창	남상	무촌	매산	162	603	사통
	함양	휴천	월평	월평	130	536	사통
	함양	서하	운곡	서하	125	2,860	사통
	함양	수동	죽산	죽산	90	464	사통
	함양	병곡	연덕	연덕	127	515	사통
	함양	휴천	대천	대천	76	378	사통
	거창	위천	상천	서덕	159	327	사통
	함양	함양	난평	구룡	91	326	사통
	함양	지곡	덕암	지곡	92	280	사통
	함양	함양	대덕	대덕	177	252	사통
	거창	위천	황산	황산	66	205	사통
고성 거제 (30)	고성	대가	암전	대가	899	4,885	사통
	고성	하이	와룡	하이	167	2,451	사통
	거제	동부	산양	동부	213	1,086	사통
	고성	하이	봉현	봉현	38	1,018	사통
	고성	삼산	장치	삼봉	67	586	사통
	고성	개천	나선	선동	77	525	사통
	고성	회화	삼덕	삼덕	99	546	사통
	거제	거제	옥산	동림	71	486	사통
	거제	신현	문동	문동	151	438	사통
	고성	하일	수양	수양	67	416	사통
	거제	거제	서상	거제	54	371	사통
	통영	도산	관덕	관덕	58	356	사통
	통영	도산	원산	원산	58	356	사통
	고성	하일	학림	금단1	17	303	사통
	통영	광도	안정	안정	87	271	사통
	고성	상리	무선	무선	52	237	사통
	고성	영현	연화	연화	50	252	사통
	고성	동해	봉암	봉암	53	208	사통
	고성	동해	외곡	용문	59	212	사통
	고성	하일	학림	학림	52	177	사통
	거제	사등	사등	사등	64	170	사통
	거제	신현	양정	양정	11	128	사통
	거제	거제	명진	명진	30	106	사통

<A1.8> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
고성 거제 (30)	고성	대가	양화	양화	168	1,449	사통
	고성	대가	갈천	갈천	170	1,162	사통
	고성	개천	가천	가천(영오)	247	1,102	사통
	고성	개천	좌연	좌련	82	949	사통
	고성	대가	척정	척정	82	761	사통
	고성	개천	예성	구례	58	249	사통
	고성	영현	추계	추계	47	164	사통
김해 양산 (5)	김해	진례	신안	진례	244	1,155	사통
	양산	웅상	용당	탑곡	87	465	사통
	양산	웅상	평선	장흥	94	435	사통
	양산	상북	대석	대석	75	277	사통
	김해	주촌	양동	양동	41	161	사통
밀양 (20)	밀양	부북	가산	가산	716	2,941	사통
	밀양	산내	가인	봉의	202	1,605	사통
	밀양	초동	신호	초동	399	1,548	사통
	밀양	청도	소태	소태	133	1,195	사통
	밀양	부북	덕곡	덕곡	232	878	사통
	밀양	단장	국전	국전	79	518	사통
	밀양	무안	웅동	웅동	54	135	사통
	밀양	무안	화봉	화봉	78	168	사통
	밀양	무안	마흘	마흘	102	297	사통
	밀양	상남	남산	남산	100	406	사통
	밀양	초동	봉황	봉대	52	127	사통
	밀양	초동	성만	성만	67	247	사통
	밀양	삼랑진	숭진	숭진	64	226	사통
	밀양	하남	남전	남전1	50	153	사통
	밀양	청도	요고	요고	132	563	사통
	밀양	단장	감물	감물	154	514	사통
	밀양	상동	도곡	도곡	75	374	사통
	밀양	부북	대항	상항	145	276	사통
	밀양	무안	가례	가례	51	181	사통
	밀양	초동	봉황	와지	57	337	사통

<A1.8> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
사천 (15)	사천		백천	백천	0	1,682	취수탑
	사천	사남	화전	구룡	256	3,170	사통
	사천	사천	두량	두량	266	2,003	사통
	사천		와룡	와룡	420	1,147	사통
	사천	곤양	홍사	홍사	127	965	사통
	사천	용현	덕곡	덕곡	348	816	사통
	사천	용현	용치	용치	144	692	사통
	고성	하이	봉원	사촌	125	683	사통
	사천	곤양	송전	송전	114	351	사통
	사천	정동	대곡	대곡	54	342	사통
	사천		죽림	남양	52	249	사통
	사천	용현	온정	서택	48	205	사통
	사천	사천	구암	구암	61	163	사통
	사천	정동	풍정	풍정	27	129	사통
	사천	사천	두량3	둔암	42	110	사통
울산 (6)	울주	두서	미호	복안	265	2,410	사통
	울산	서생	화산	화산	284	1,125	사통
	울주		중구	송정	261	1,083	사통
	울주	청량	문죽	문죽	199	643	사통
	울주	범서	두산	두산	99	534	사통
	울주	웅촌	고연	고련	163	523	사통
의령 (10)	의령	가례	괴진	서암	285	894	사통
	합천	대양	오산	오산	89	514	사통
	의령	봉수	삼가	명석	24	297	사통
	의령	가례	운암	운암	60	284	사통
	의령	용덕	가락	가락	0	110	사통
	의령	유곡	당동	유곡	15	108	사통
	의령	용덕	이목	덕암	136	374	사통
	의령	궁유	운계	입사	0	363	사통
	의령	지정	득소	득소	0	62	사통
	의령	용덕	와요	와요	0	36	사통

<A1.8> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상남도](계속)

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
창녕 (15)	창녕	창녕	옥천	옥천	845	1,567	사통
	창녕	성산	대산	월곡	157	1,080	사통
	창녕	영산	구계	구계	197	565	사통
	창녕	계성	봉산	봉산	973	2,022	사통
	창녕	영산	신제	장척	154	2,136	사통
	창녕	창녕	퇴천	퇴천	37	160	사통
	창녕	도천	덕곡	덕곡	100	184	사통
	창녕	도천	덕곡	심곡	28	98	사통
	창녕	창녕	여초	화전	71	144	사통
	창녕	창녕	교리	도야	42	120	사통
	창녕	창녕	교리	명덕	56	191	사통
	창녕	창녕	직교	송고	71	179	사통
	창녕	고암	감리	감동	350	1,214	사통
	창녕	창녕	옥천	노단이	65	593	사통
	창녕	길곡	길곡	중길(길곡)	80	343	사통
창원 (13)	마산	진전		평암	240	3,204	취수탑
	창원	동읍		주남	926	5,132	수문
	창원	동읍		우곡	202	599	사통
	창원	불모산		불모산	26	1,058	사통
	마산	진북		추곡	97	318	사통
	마산	진동		입곡	93	327	사통
	마산	진전		오서	53	174	사통
	창원	북면		신리	41	60	사통
	창원	사림동		용동	9	112	사통
	창원	동읍		산남	670	1,291	수문
	마산	진전		곡안	70	117	사통
	창원	동읍		동진봉곡	42	154	사통
	창원	동읍		동면봉곡	113	83	사통

<A1.8> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[경상남도](계속)

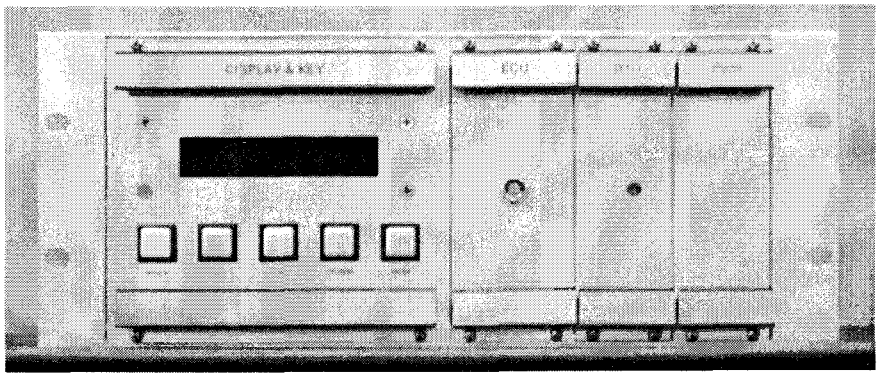
구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
하동 남해 (14)	하동	청암	중이	하동호	2,374	29,930	취수탑
	하동	묵계	묵계	묵계	611	2,574	취수탑
	남해	이동	신전	복곡	225	1,549	취수탑
	하동	옥종	위태	옥종	452	3,044	취수탑
	하동	적량	우계	적량	147	1,391	사통
	하동	적량	서 리	삼화	99	981	사통
	하동	적량	고절	강선	86	557	사통
	남해	서면	연죽	연죽	107	555	사통
	하동	진교	송원	송원	119	662	사통
	하동	금성	궁항	북부	121	193	사통
	남해	삼동	갈현	갈곡	176	806	사통
	남해	고현	남치	대산	274		사통
	하동	진교	고이	서포조절지	0	360	사통
	하동	금성	고포	용포조절지	0	281	사통
함안 (9)	함안	함안	강명	봉성	302	894	취수탑
	함안	산인	입곡	입곡	232	682	사통
	함안	군북	명관	명관	181	904	사통
	함안	칠원	무기	산정	106	625	사통
	함안	가야	산서	이곡	146	181	사통
	함안	칠원	운곡	운곡	105	545	사통
	함안	함안	파수	미산	100	382	사통
	함안	가야	혈곡	혈곡	58	180	사통
	함안	군북	사촌	사촌	29	129	사통
합천 (12)	합천	가야	죽전	죽전	286	2,163	취수탑
	합천	가회	중촌	가회	266	1,806	취수탑
	의령	대의	중촌	삼가	201	824	사통
	합천	쌍백	백역	백역	40	112	사통
	합천	가야	황산	황산	25	174	사통
	합천	초계	신촌	신촌	69	359	사통
	합천	적중	누하	명곡	61	383	사통
	합천	대양	무곡	무곡	81	253	사통
	합천	쌍책	상신	상신	88	762	사통
	합천	청덕	두곡	두곡	31	82	사통
	합천	청덕	성태	화동	24	97	사통
	합천	청덕	두곡	송기	9	28	사통

<A1.9> 시 · 도 및 농업기반공사 지사별 설치대상 저수지 제원[제주도]

구분	위치			저수지명	관개면적 (ha)	유효저수량 (천m^3)	취수시설
	시 · 군	읍 · 면	동 · 리				
제주	북제주	애월	광령	광령	22	51	사통
(2)	북제주	애월	수산	귀엄	0	196	사통

농업저수지 자동 수위관측기

사용자 매뉴얼



농업기반공사

농어촌연구원

1. Introduction

1.1 About SLM-FAR 1500

본 SLM-FAR1500은 초음파식 수위계 또는 압력식 수위계로 사용이 가능한 원격 수위 계측기이다. 본 계측기는 초음파센서 또는 압력식센서로부터 신호를 감지하여 데이터를 수집하고 CDMA Modem을 통해 TCP/IP망으로 연결한 후 중앙관리실에 설치된 서버에 접속하여 데이터를 주기적으로 전송하며, 전송된 데이터를 통해 현장의 계측 상황에 대한 수위 모니터링 및 시스템의 상태를 진단할 수가 있으며 원격에서 본 계측기의 메뉴를 설정할 수 있도록 되어 있다.

1.2 Features of SLM-FAR 1500

가. 저전력 기능

◑ 대기시 기본동작 이외는 불필요하게 회로에 공급되는 전원을 차단하여 소비전력을 최소화 함으로써 배터리 및 태양전지판넬로부터 공급되는 전력소모를 최소화하여 배터리의 수명을 연장시킨다.

◑ 데이터를 저장하기 2분전에 측정을 시작하여 압력식 수위계는 2분동안 측정을 하며 초음파식 수위계는 1분간 측정을 하여 데이터 신뢰도에 따라 1분간 재측정을 하거나 종료한다. 측정을 하고 있지 않을 시는 전원공급을 차단하고 대기상태를 유지한다.

◑ 전력소모가 많은 LCD의 Back Light는 Down KEY를 통해 제어할 수 있도록 되어 있으며 외함(DOOR)이 닫히면 LCD에 공급되는 전원을 차단하고 외함(DOOR)이 열리면 LCD에 전원을 공급하는 방식으로 되어 있어 전력 소모를 절감한다.

나. 전원 관리 기능

◑ 종래 계측기에 대비 소비전력을 60%정도로 절감함으로써 배터리 및 태양열 전지의 사이즈 및 초기구입비용을 줄였다.

◑ 태양열 전지 및 배터리의 상태를 WEB SITE를 통해 진단할 수 있도록 되어 있으며 배터리의 만충전 및 완전방전전압을 메뉴에서 설정할 수 있다.

◑ 배터리 충전이 72시간(3일)동안 한번도 이루어지지 않으면 메뉴에 설정된 휴대폰에 문자메세지(SMS)를 통해 이상상태임을 알리며 그동안 저장되어 있는 데이터를 서버에 전송하고 나서 모든 동작을 멈춘다. 이를 LPM모드라고 한다.

◑ LPM모드에서도 SMS기능은 동작하며 SMS를 통해 전원을 다시 정상상태로 복귀시킬 수도 있으며 태양열 전지에 전원이 들어오면 태양열 전지만으로도 동작하며 동시에 배터리에 전원이 충전된다.

다. 데이터 저장 기능

◑ 데이터 저장은 메뉴에 설정된 시간 간격에 따라 저장하며 휴대폰의 문자메시지(SMS)를 통해서 전송간격 설정 및 확인이 가능하다.

◑ 메모리는 섹터를 네부분으로 나누어 항상 최대 3개의 섹터부분에 데이터를 저장할 수 있도록 하여 데이터전송이 실패하더라도 데이터를 42.6일치까지는 계속 저장할 수 있도록 하였다(저장간격 10분시).

라. 데이터 전송 기능

◑ 데이터 전송은 메뉴에 설정된 시간 간격으로 저장하며 휴대폰의 문자메시지(SMS)를 통해서 저장간격 설정 및 확인이 가능하다.

◑ 데이터 전송상태에 대한 전송 신뢰도를 자가 진단기능을 통해 서버에 접속이 실패하면 재접속을 시도하며 이러한 상황이 2회이상 누적되면 접속 실패를 휴대폰에 문자메시지(SMS)를 통해 알린다.

◑ 서버에 접속하고도 데이터전송이 실패에 대한 정보는 전송프로토콜에 포함하여 데이터전송 실패 이력을 진단할 수 있다.

마. 데이터 측정 기능

◑ 본 계측기는 압력식 또는 초음파식을 선택할 수 있으며 측정은 데이터를 저장하기 2분 전부터 1분 또는 2분간 측정을 한다.

◑ 측정이 주기적으로 이루어지는 관계로 데이터의 신뢰성을 낮아지는 것을 보상하기 위해 수위 변화폭이 설정치보다 높으면 재측정을 시도하며 수위변화폭에 따른 수위 평균을 차등 적용하는 메뉴가 포함되어 있다.

◑ 측정 데이터의 신뢰성을 중앙관리실에서 판단하기 위해서 서버에 전송되는 프로토콜에 수위신뢰도 포함하고 있으며 WEB을 통해서도 일부 확인이 가능하다.

바. 기타 기능

◑ 메뉴설정은 언제, 어디서나 메뉴설정 및 확인이 가능하도록 휴대폰의 문자메세지(SMS)기능을 통해서 일부 이루어지며 일부는 현장에서는 Button Key를 통해서 메뉴를 설정할 수 있다.

◑ Key Menu 구성은 사용자 편리에 중점을 두어 그룹별로 구성하였으며 메뉴설정값은 전원이 OFF되었어도 계속 유지된다.

◑ 본 계측기는 기능별 모듈화가 되어 있어 시스템구성 요소중 이상이 발생하면 모듈만 교체하면 되어 있어 유지보수가 편리하다.

1.3 Specification

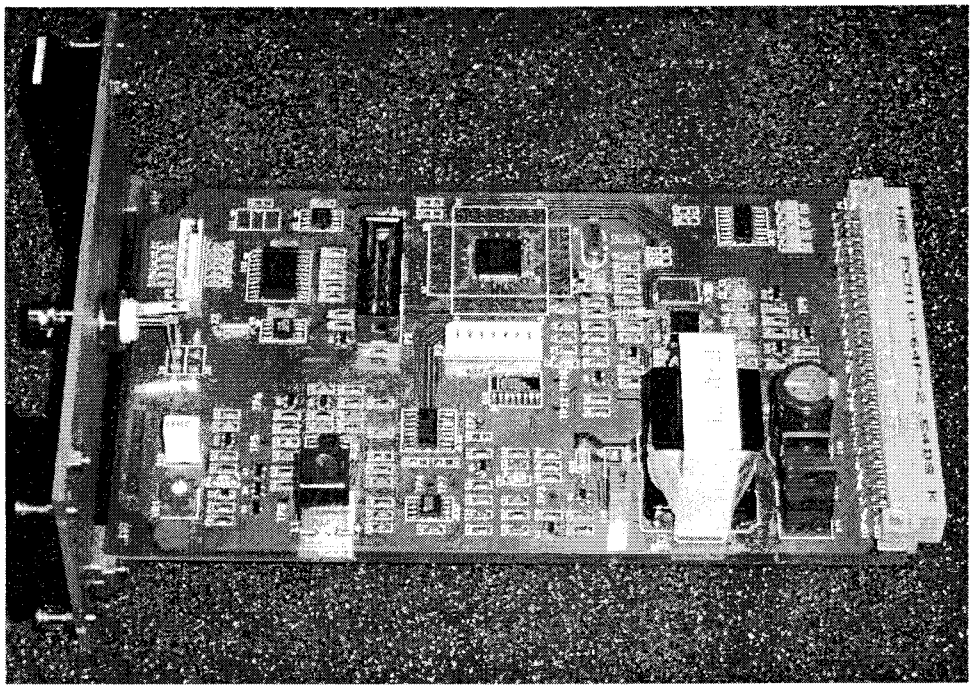
가. General Specification

본 시스템은 원격 수위계측기로써 낙뢰로부터 보호하기 위해 외함과 계측기간에 완벽하게 절연(Isolation) 되어 있으며 CPU(Control Processor Unit) 및 기타 부품 등을 산업용으로 사용하였다.

구 분	규 격
사용 온도	-20(C ~ 70(C
소비 전류	Max 35mAHr
Display	20 * 2 Line Character LCD
KEY Board	5 Function Key
측정방식 종류	1. 초음파식 2. 압력식
사용 전원	DC 12V ± 2%
Case Size	325.1x130.9x160(mm)
재질	AL

나. ECU Board Specification

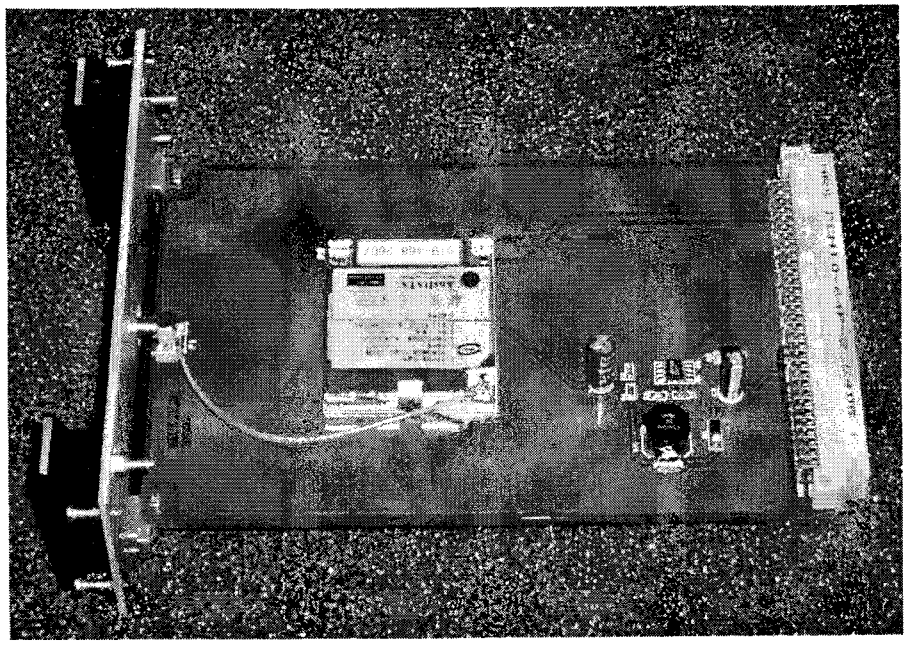
구 분	규 격
CPU	MSP430F149 (60KByte Flash Memory, 2KByte RAM)
Memory	1. Serial NOR형 FLASH RAM(128kbyte) : Data Logging 2. Micro Processor Internal Flash(256Byte) : Parameter Saving
RTC	DS1302
신호처리부	1. 측정범위 : 0.5 ~ 15M 2. 정확도 : 0.5%이하 (@F.S. 25℃)
사용온도	-20℃ ~ 70℃
Size	50.8 x 130.9 x 160(mm)
재질	AL



[그림 1-1] ECU Board

다. RTU Board Specification

구 분	규 격
통신방식	CDMA2000 1xRTT
주파수대역	PCS 1.8GHz
데이터 전송 방식	2-Way SMS / Packet
통신속도	DATA transmission up to 153Kbps
소모 전류	less than 2mA(sleep), Up to 1A (Traffic)



[그림 1-2] RTU Board

라. PWR Board Specification

구 분	내 용
Maximum Solar Panel current	Less than 0.8A
Voltage drop During Charging	Roughly 1V

마. ACCESSORY

1) Ultrasonic Transducer

구 분	규 격
초음파 측정범위	0.50 ~ 15.00M
지향 각	± 5(at -3dB
주파수	32KHz

2) Pressure Transducer

구 분	규 격
용량	2.0kgf/cm^2

3) Battery

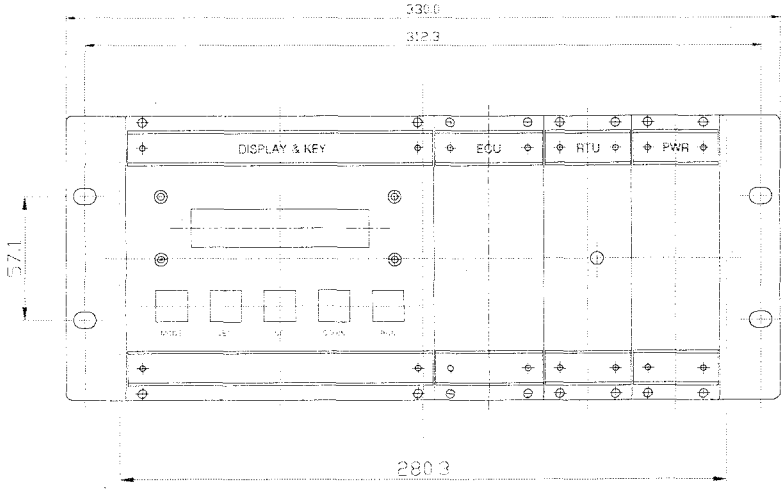
구 분	규 격
용량	12V / 31A

4) Solar Panel

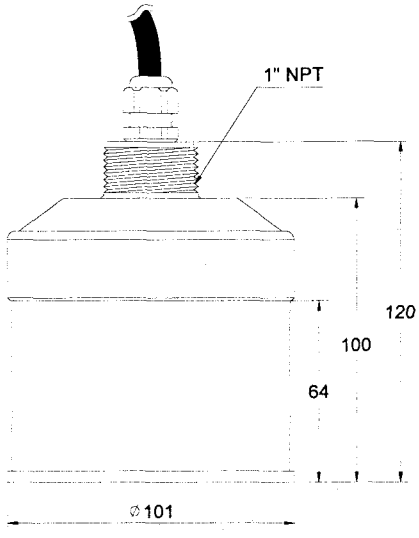
구 분	규 격
최대 전력	12.5W
출력 전압	17.0V(VOP)
출력 전류	720mA(IOP)

2. Installation

2.1 컨트롤러 및 Transducer 외형도



< 그림 2-1 > 컨트롤러 외형도



< 그림 2-2 > Transducer 외형도

2.2 설치시 주의사항

계측기의 오동작 방지 및 정확한 수위 측정을 위해서 반드시 다음의 3가지 기본요건에 유의해서 설치한다.

1) 초음파 펄스가 진행하는 10(BEAM 범위 안에 고정 방해물이 없도록 한다.

2) 수면과 수직이 되도록 설치한다.(바닥면과 센서가 수직)

3) 현장에 맞도록 메뉴 설정값을 바르게 입력한다.

설치시 주의사항은 다음과 같다.

1) 직사광선을 받지 않도록 하며 바람이 심하게 부는 곳은 설치를 피한다.

2) 초기 전원을 켜면 설치모드에 진입하게 된다. 설치모드에서 디스플레이 상단 우측에 DT라는 문자가 표시되면 수위를 정확하게 탐지하고 있음을 의미하므로 설치시 DT라는 문자가 표시되는지 확인하여야 한다

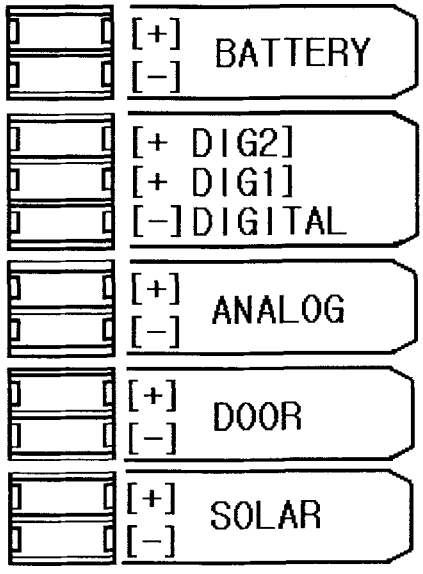
3) 안테나 감도 및 태양열 판넬전원 및 배터리의 전원전압이 정상적으로 들어오는지 확인하여야 한다.

4) 설치가 완료되면 측정모드로 모드를 전환하여 측정상태를 유지하고 데이터가 서버로 바르게 전송되고 있는지 확인한다.

※ 주의 : 전원을 OFF시킬 때 MODE KEY를 눌렀다가 RUN KEY를 누른 후에 전원을 OFF시켜야 메모리주소가 저장되어 다시 전원을 ON시킬 때 메모리 충돌이 없다.

2.3 Controller wiring

시스템의 Case를 열면 Mother Board 뒷면에 Terminal 11개가 아래와 같이 배열되어 있으며 그 명칭은 다음과 같다.



< 그림 2-1 > 입출력 단자 구성

위의 그림에 나타난 단자의 기능은 다음과 같다.

단 자 명	기 능
BATTERY[+]	Battery의 +전원을 연결한다.
BATTERY[-]	Battery의 -전원을 연결한다.
DIGITAL[+DIG2]	디지털 신호의 +를 연결한다. (미사용)
DIGITAL[+DIG1]	디지털 신호의 +를 연결한다. (미사용)
DIGITAL[-]	디지털 신호의 - 부를 연결한다. (미사용)
ANALOG[+]	압력센서 및 아날로그 신호의 +부를 연결한다.
ANALOG[-]	압력센서 및 아날로그 신호의 - 부를 연결한다.
DOOR[+]	Door Switch의 +부를 연결한다.
DOOR[-]	Door Switch의 -부를 연결한다.
SOLAR[+]	Solar Panel의 +전원을 연결한다.
SOLAR[-]	Solar Panel의 -전원을 연결한다.

3. How to use SLM-FAR 1500

3.1 조작방법 및 화면표시

정확한 측정을 위해서 입출력 결선을 확인한다. CASE를 열면 입출력Terminal이 있는데 연결하는 방법은 다음과 같다.

1) ANALOG[+]와 ANALOG[-]단자에 압력식센서의 (+), (-)선을 연결하고 초음파 센서는 ECU보드의 BNC단자에 연결한다.

2) BATTERY전원은 BATTERY[+]와 BATTERY[-]에 연결하고 CASE 내부에 있는 전원 스위치를 ON시킨 후 SOLAR전원을 SOLAR[+]와 SOLAR[-]에 연결한다.

초기 동작을 ON시키면 부팅화면이 나타난 후 초기화면인 설치모드 화면이 표시된다. 공장설정값을 다시 불러올 경우는 기존에 저장되어 있는 값이 지워지는데 MODE key 와 SET key를 누른 상태에서 전원 ON시키면 된다.

초기화면인 표시는 아래와 같다.

L:10.864M	E:2.00V DT
T: +25.0℃	B:12.1V D

<그림 3-1> 초음파식 표시상태

L:10.864M	DT
V: 1.000V	B:12.1V D

<그림 3-2> 압력식 표시상태

초기화면의 주요 표시사항은 다음과 같다.

1) 설치모드 화면에서 [MODE] Key를 누르면 MENU모드로 진입하게 되며 [SET] Key를 누르면 2행 전체에 시간에 표시된다.

2) [UP]key를 누르면 모뎀의 안테나 감도가 나타나며 4이상 나오면 정상이며 일반적으로 18이상 표시된다. 설치모드가 아닌 측정모드에서의 표시는 1행에는 현재 쓰여진 메모리의 마지막 주소가 표시되고 2행에는 서버에서 읽은 마지막 주소가 표시된다.

3) [DOWN]key를 누르면 LCD의 Back Light가 켜지며 다시 [DOWN]key를 누르면 Back Light 꺼진다. Back Light를 켜놔도 일정시간이 지나면 BackLight는 자동으로 꺼진다.

4) [Run]key를 누르면 Battery의 전압을 표시 또는 Solar Panel의 현재 전압을 표시하게 된다. 재차 누르면 이러한 표시가 Toggle된다.

구분	표시문자	설명
DISPLAY	L	측정된 수위를 M로 1mm까지 표시
	E	초음파식에서 측정된 반사파의 신호크기를 표시
	T	초음파식에서 주위온도를 표시
	V	전압식 압력센서로 부터의 전압출력값을 표시
	B	배터리[Battery]의 전압값을 표시
	S	태양열전지판넬[Solar Panel]의 전압값을 표시
	A	모뎀의 안테나 감도를 표시
1st Line	DT	정상적으로 수위를 측정하고 있을 때 표시 (초음파식은 반사파를 정상적으로 추적하고 있음을 표시)
	D	정상적으로 수위를 측정하고 있을 때 표시(초음파식) (반사파의 수신상태가 양호함을 나타냄)
	S	반사파를 탐색하고 있는 상태일 때 표시(초음파식)
	LE	반사파의 탐색, 측정을 하지 못하는 경우에 표시
	IL	측정을 하고 있지 않을시 표시
2nd Line	D	배터리가 방전되고 있음을 표시.
	C	배터리가 충전되고 있음을 표시.
	F	배터리가 만충전상태가 되어 있음을 표시.
	L	배터리가 완전방전위험 상태임을 표시.

3.2 Keypad

가. MODE Key

설치 및 측정모드에서 메뉴설정모드로 전환하는 기능을 갖으며 메뉴설정모드에서 UP Key나 DOWN Key를 누르면 다른 그룹으로 이동하게 된다.

설치 및 측정 모드에서 MODE Key를 누르면 메뉴설정모드의 첫 번째 메뉴인 PASSWORD SETUP화면이 표시되며 UP Key나 DOWN Key로 Password를 설정하고 SET Key를 누르면 바로 메뉴설정모드로 전환된다. 처음 전원을 켜거나 PASSWORD를 0으로 설정하면 PASSWORD SETUP은 넘어간다.

나. UP Key

SET Key에 의하여 선택된 메뉴의 설정 값을 바꾸는데 사용된다. 한번 누르면 1씩 증가하고 계속 누르고 있으면 1씩 연속적으로 증가하며 이 상태에서 계속 누르고 있으면 10의 자릿수가 증가되고 더 계속 누르고 있으면 100의 자릿수가 증가되며 1000 자릿수까지 증가된다. 설정상태가 아닌 경우에는 메뉴의 이동에 사용되며 DOWN Key와 함께 그룹 및 메뉴의 이동에 사용한다.

설치모드에서는 모뎀의 안테나 감도가 나타나며 측정모드에서는 1행에는 현재 쓰여진 메모리의 마지막 주소가 표시되고 2행에는 서버에서 읽은 마지막 주소가 표시된다.

다. DOWN Key

SET key에 의하여 선택된 메뉴의 설정 값을 바꾸는데 사용된다. 한번 누르면 1씩 증가하고 계속 누르고 있으면 1씩 연속적으로 증가하며 이 상태에서 계속 누르고 있으면 10의 자릿수가 증가되고 더 계속 누르고 있으면 100의 자릿수가 증가되며 1000 자릿수까지 증가된다.

설정상태가 아닌 경우에는 메뉴의 이동에 사용되며 UP Key와 함께 그룹 및 메뉴의 이동에 사용한다. 설치모드 및 측정모드에서 LCD의 Back Light기능을 ON/FF시킨다.

라. SET Key

선택된 메뉴의 설정 값을 변경할 때 변경된 값을 저장하고 다음의 메뉴선택으로 이동하는데 사용된다.

설치모드 및 측정모드에서 현재 시간을 나타낸다.

마. RUN Key

메뉴설정모드에서 설치 모드 및 측정 모드로 복귀하는데 사용한다. 배터리 및 태양열전지 판넬의 전압을 표시하는데 사용한다.

4. Standard Menu

측정모드 또는 설치모드에서 MODE Key를 누르면 설정모드초기 화면이 디스플레이 되며 초기화면 상태에서 1초안에 MODE Key와 Up Key를 동시에 누르면 엔지니어 모드로 넘어간다. 1초안에 아무런 동작도 하지 않으면 PSSWORD SETUP화면이 디스플레이 된다. 단, PASSWROD 값이 0으로 설정되어 있으면 그룹선택메뉴 상태로 바로 이동한다. (PASSWROD 초기값은 0이다.)

4.1 PASSWORD CHECK

PASSWORD SETUP ***

PASSWORD SETUP PASSWORD OK	PASSWORD SETUP PASSWORD ERROR
< 암호가 확인된 경우 >	< 암호가 틀린 경우 >

1) 암호가 틀릴 경우 PASSWORD ERROR라는 메시지를 표시한후 PASSWORD SETUP상태로 복귀되며 2번이상 틀리면 측정 모드로 복귀하게 된다.

2) 암호가 확인된 경우에는 PASSWORD OK라는 메시지가 디스플레이 되면서 다음 설정 모드로 이동하게 된다.

3) PASSWORD CHANGE (04) 메뉴에서 암호를 변경할 수 있으며 암호 숫자는 0-999까지 변경할 수 있다.

<표> Key 요약

No	항목	기능	범위	초기값
01	Sensor Select	센서선택	0 : 초음파식 1 : 압력식	0
02	Empty Level	바닥거리 설정	50~1800cm	1500cm
	PressureSet Value	압력센서 용량 설정	0~2.5kgf/cm^2	2.0kgf/cm^2
03	Blank Distance	불감지 거리 설정	0~200cm	50cm
	InstallLevel	센서 설치위치 입력	500~15000mm	10000mm
04	Password Change	암호 재설정	0~999	0
11	Response	측정반응속도	1~4	2
12	Threshold	반사파 탐지준위	3~15	8
13	TX Power	음파송신출력 설정	1~4	2
21	Logging Period	데이터 저장 주기설정	5~60Min	10Min
22	Transmit Period	데이터 전송 주기설정	30~1440Min	30Min
23	Time Setting	RTC 시간설정	**/**/**/ **/**/**	03/05/28/00/00/00
31	Server IP Set	서버 IP설정	***.***.***.***	218.148.068. 035
32	Server Port Set	서버 PORT설정	****	1993
33	Telephone_1 Set	상대방전화번호 설정	***-****-****	011-9233-3608
34	Telephone_2 Set	상대방전화번호 설정	***-****-****	
41	HH POINT SET		~1500cm	1300cm
42	H POINT SET		~1400cm	1100cm
43	L POINT SET		100~1500cm	400cm
44	LL POINT SET		~1500cm	200cm
91	System UAD	계측기 Unit Address s	0~9999	0
92	FULL Voltage	Battery 만충전 지점 설정	12.5~14.0	13.0V
93	LVD Voltage	베터리완전방전 지점 설정	9.0~11.0	10.0V
94	Span Setting	압력식 센서 전류값 보정	0~999	500
95	Level Test	설치 모드 선택	0:ON 1:OFF	0

4.2 Standard Menu

가. Standard Menu에서의 Group

메뉴설정 모드에서는 UP또는 DOWN key를 눌러서 설정하고자 하는 그룹에 커서(→)를 위치시키고 SET key을 누르면 해당되는 그룹으로 들어갈 수 있다.

설치 및 측정모드로 빠져나가려면 RUN key를 누르면 된다.

나. Standard Menu 조작방법

메뉴설정 모드에서는 UP또는 DOWN key를 눌러서 설정하고자 하는 메뉴에 커서(→)를 위치시키고 SET key을 누르면 해당되는 메뉴로 들어갈 수 있다. 변경을 원치 않은 경우 SET key을 누르고 다음 메뉴를 선택할 수 있다. 변경을 원하는 경우에는 UP또는 DOWN key를 눌러서 원하는 값을 설정하고자 하는 값으로 조정을 한 후 SET key을 누르면 설정 값을 저장하고 상위 메뉴를 선택할 수 있다. 다시 설치 및 그룹으로 빠져나가려면 MENU key를 누르면 된다.

다. General SET[Group0]에서의 Menu

GROUP0은 총 4개의 메뉴로 구성되어 있어 센서의 선택에 따라 01번과 02번 메뉴는 변경되며 마지막으로 Password를 변경할 수 있는 메뉴(04)가 있다.

GROUP0은 계측기의 기본 설치에 꼭 필요한 기능들로 구성되어 있다.

1) SENSOR SELECT (센서 설정 메뉴)

→ 01. Sensor Select
02. Empty Level

설 명 : 센서를 선택 할 수 있는 메뉴이다. UP key를 누르면 초음파식 수위계가 선택되며 DOWN key를 누르면 압력식 수위계가 설정됨.

초기값 : 초음파식 수위계이다.

2) EMPTY LEVEL or PRESSURE VALUE (바닥거리 또는 압력센서 용량 설정 메뉴)

<초음파식 수위계의 경우>

→ **02. Empty Level**
03. Blank Distanc

설 명 : 운용자가 직접 센서표면으로부터 바닥까지의 거리를 설정하는 메뉴로 최대 측정거리인 15M를 넘는 값을 설정할 수 있도록 하였으나 15M이상의 값은 측정하지 못한다.

초기값 : 1500cm이며 범위는 50~1800cm 이다.

<압력식 수위계의 경우>

→ **02. Pressure Valu**
03. Install Level

설 명 : 운용자가 압력식 센서의 용량값을 설정하는 메뉴이다.

초기값 : 2.0kgf/cm^{2}이며 범위는 0~2.5kgf/cm^{2}이다.

3) BLANK DISTANCE or INSTALL LEVEL (불감지 거리 또는 압력센서 설치거리 설정 메뉴)

<초음파식 수위계의 경우>

→ **03. Blank Distanc**
04. Password Chang

설 명 : 초음파센서는 초음파의 주파수대역에서 센서를 진동시켜 초음파를

발생시키는데 이 특성으로 인해 초음파를 송신한 후에도 짧은 시간동안 여진이 지속되어 이 시간대역은 거리를 측정할 수 없으며, 그 부분을 불감지대역이라고 한다. 또한 불감지대역을 거리로 환산한 값이 불감지거리라고 한다. 초기값은 최소불감지거리로 설정되어 있으며 설치 조건상 측정이 불필요한 거리를 임의로 조정하여 최소 불감지 거리 이상으로 설정해 놓으면 그 부분에 있는 장애물에 의한 오동작을 방지 할 수 있다.

초기값 : 50㎝이며 범위는 50~100㎝이다.

<압력식 수위계의 경우>

→ **03. Install Leve**
04. Password Chang

설 명 : 압력식 수위계는 설치거리를 설정하는 메뉴이다.

초기값 : 10000mm이며 범위는 500~15000mm이다.

4) PASSWORD CHANGE (비밀번호 변경 메뉴)

→ **04. Password Chang**
01. Sensor Select

설 명 : 비밀번호를 변경하는 메뉴이다.

초기값 : 0이며 범위는 0~999이다.

라. Operation SET[Group1]에서의 Menu

GROUP0은 초음파를 위한 메뉴와 압력식 수위계를 위한 메뉴가 있으며 총 3개의 메뉴로 구성되어 있다.

1) RESPONSE (측정반응속도 설정 메뉴)

→ **11. Respons**
12. Threshold

설 명 : 측정 반응 속도를 설정한다. 측정 반응 속도를 느리게 하면 안정된 측정이 가능하나 만일 측정 대상이 빠르게 변화하는 경우에는 그 변화값을 추종하지 못할 수 있다. 입력값이 높을수록 빠르게 추종하며 입력값이 낮을수록 느리게 측정하여 보다 측정값의 정확도를 높일 수 있다.

초기값 : 3이며, 범위는 1~4이다.

2) THRESHOLD (탐지준위 설정 메뉴)

→ **12. Threshold**
13. Tx_Power

설 명 : 탐지준위를 결정하는 메뉴로서 탐지준위란 어느 정도의 반사파 신호를 유효한 값으로 인정할 지에 대한 기준 전압값을 의미한다. 잡음 등의 영향으로 오탐지가 생길 때 사용한다. 설정값을 증가시키면 잡음에는 강해지나 작은 반사파 신호는 탐지하지 못할 수 있다. 입력값이 높을수록 탐지준위는 올라간다. 초음파에만 해당된다.

초기값 : 8이며, 범위는 3~15이다.

3) TX_POWER(초음파 출력 설정메뉴)

→ 13. Tx_Power
11. Respons

설 명 : 초음파의 출력을 설정하는 메뉴로서 이 메뉴를 조정하여 운용환경에 따른 최적의 상태를 유지한다. 입력값이 높을수록 초음파 출력은 높아진다.

초기값 : 2이며, 범위는 1~4이다.

마. Logger SET [Group2]에서의 Menu

1) LOGGING PERIOD(데이터 저장주기 설정 메뉴)

→ 21. Logging Period
22. Transmit Period

설 명 : 데이터를 저장하는 시간 간격을 설정한다.

초기값 : 5분이며, 범위는3~60분이다.

2) TRANSMIT PERIOD(데이터 전송주기 설정메뉴)

→ 22. Transmit Period
23. Time Setting

설 명 : 데이터를 전송하는 시간 간격으로 데이터 저장주기보다 큰값을 입력하여야 한다.

초기값 : 30분이며, 범위는30~1440분이다.

3) TIME SETTING(시간 설정메뉴)

→ 23. Time Setting
21. Logging Period

설 명 : 시간을 설정하는 모드로 초기 전원을 켤 때 자동으로 시간을 셋팅하므로 시간설정을 할 필요는 없다.

바. CDMA RTU SET[Group3]에서의 Menu

1) SERVER IP SET(서버 IP설정메뉴)

→ 31. Server IP Set
32. Server Port Set

설 명 : TCP/IP로 접속할 서버의 IP주소를 설정하는 메뉴이다.

2) SERVER PORT SET(서버 PORT 설정메뉴)

→ 32. Server Port Set
33. Telephone_1 Set

설 명 : TCP/IP로 접속할 서버의 PORT주소를 설정하는 메뉴이다.

3) TELEPHONE_1 SET(전화번호1 설정메뉴)

→ 33. Telephone_1 Set
34. Telephone_2 Set

설 명 : Alarm상태를 수신받을 전화번호 입력.

4) TELEPHONE_2 SET(전화번호2 설정메뉴)

→ **34. Telephone_2 Set**
31. Server IP Set

설 명 : Alarm상태를 수신받을 전화번호 입력.

사. Alarm SET [Group4]에서의 Menu

1) WATER HH SET(최고수위 알람 설정메뉴)

→ **41. Watch HH Set**
42. Water H Set

설 명 : 최고수위의 Alarm을 설정하는 메뉴이다

초기값 : 13.00m이다.

2) WATER H SET(고수위 알람 설정메뉴)

→ **42. Water H Set**
43. Water L Set

설 명 : 고수위의 Alarm을 설정하는 메뉴이다.

초기값 : 11.00m이다.

3) WATER L SET(저수위 알람 설정메뉴)

→ **43. Water L Set**
44. Water LL Set

설 명 : 저수위의 Alarm을 설정하는 메뉴이다.

초기값 : 3.00m이다.

4) WATER LL SET(최저수위 알람 설정메뉴)

→ **44. Water LL Set**
41. Water HH

설 명 : 최저수위의 Alarm을 설정하는 메뉴이다.

초기값 : 1.00m이다.

4.3 ENGINEER MENU

Group9는 엔지니어메뉴로 총 5개의 메뉴가 있으며 엔지니어모드로 진입하기 위해서는 Mode key와 동시에 Up key를 동시에 3초간 누르고 있어야 한다.

1) SYSTEM UAD(시스템 UAD 설정메뉴)

→ **91. System UAD**
92. Full Voltage

설 명 : 시스템의 어드레스 번호(Unit address Device)를 입력하는 메뉴이다. 입력범위는 0~9999이다.

2) FULL VOLTAGE (만충전 전압 설정메뉴)

→ **92. Full Voltage**
93. LVD Voltage

설 명 : 배터리는 만충전이 되고도 계속 충전되면 배터리에 손상을 준다. 따라서 만충전이 되면 충전을 차단하는 전압범위를 설정해야 한다.

초기값 : 13.00V이며 범위는 12.50 ~ 14.00V이다.

3) LVD VOLTAGE (완전방전 전압 설정메뉴)

→ **93. LVD Voltage**
94. Span Adjust

설 명 : 배터리는 완전방전이 되면 배터리에 손상을 주므로 완전방전 전압 상태가 되기 전 시스템의 운영을 중단하여야 한다. 이 메뉴는 완전방전 (Low Battery Disconnect)전압범위를 설정하는 메뉴이다.

초기값 : 10.00V이며 범위는 0.90 ~ 11.00V이다.

4) SPAN ADJUST (압력식 수위계 보정메뉴)

→ **94. Span Adjust**
95. Level Test

설 명 : 초기 압력식 수위계를 설치할 때 대기중에 전압형 압력식 수위계의 출력전압은 1.000V이므로 이 메뉴를 통해 1.000V로 보정하기 위한 메뉴이다.

초기값 : 500이며 범위는 0 ~ 999이다. 1은 대략1mV를 의미한다.

5) LEVEL TEST(수위계 측정 및 설치 모드 선택메뉴)

→ 95. Level Test

91. System UAD

설 명 : 수위계를 처음 전원을 ON시키면 자동으로 설치모드에서 시작한다. 설치모드에서 모든 메뉴설정을 마치면 이 모드에서 UP key를 누르면 측정모드가 선택되고 DOWN key를 누르면 설정메뉴가 선택된다.

5. SMS Menu

메뉴	내용	설정 가능범위	명령어
Server IP	Server측의 IP번호 설정 및 변경	0~255	*DPI+++.+++.+++.+++
Server Port	Server측의 Port번호 설정 및 변경	1024~5000	*DPP++++
전송 & 저장주기	Data 전송 주기, 저장 주기 설정	30~1440 5~60	*DPC++++,+++
설정 상황 보기1	로깅 및 전송관련 설정상태 보기	-	*DP?
데이터 강제 전송	현재까지 저장된 데이터를 전송주기와 상관 없이 서버로 강제 전송	-	*DPR
일일 접속 시간 설정	하루에 한번은 꼭 데이터를 전송하는 시간설정	-	*DPDC++
메모리 현황	메모리 주소 현황 보기	-	*DPL?
수위변화 제한폭 설정	수위변화폭을 설정 (단위는 mm)	50~9999	*DPSL++
수위급변시 처리 방법 설정	측정된 값을 표시	-	*DPDD
	이전에 측정된 값을 표시	-	*DPDM
수위 변화폭 표시방법 보기	현재 설정되어 있는 수위변화폭 표시방법 확인	-	*DPD?

1) *DPI (서버 고정 IP 주소 설정 명령어)

*DPI218.148.068.045

설 명 : TCP/IP로 접속 할 서버의 IP주소를 설정하는 메뉴로 *DPI는 고정 명령어이고, 뒤에 따르는 값은 설정할 서버의 IP주소 이다. 띄어 쓰기 및 영 소문자는 허용되지 않는다. Return메시지로는 다음과 같은 SMS메시지가 리턴된다. (설정범위:000~255, 단위: 1)

2) *DPP (서버 PORT 설정 명령어)

*DPP2003

설 명 : TCP/IP로 접속 할 서버의 PORT를 설정하는 메뉴이다. *DPP는 고정된 명령어 이고, 뒤에 따르는 수는 설정할 서버의 PORT이다. 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return Message로는 다음과 같은 SMS 메시지가 리턴된다.(설정범위: 1024~5000, 단위: 1)

218.148.068.045OK!ID : 0001

3) *DPC (데이터 전송주기, 데이터 로깅 주기 설정 명령어)

POR: 199OK!ID : 0001

설 명 : 데이터 전송주기(30~1440분)와 데이터 저장주기(5~60분)를 설정하는 메뉴이다. 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return Message로는 다음과 같은 SMS메시지가 리턴된다.

```
*DPC0240.10
```

4) *DP? (RTU의 설정 상태 확인 명령어)

```
*DP?
```

설 명 : 설정된 IP주소, PORT, 데이터 전송주기, 데이터 저장주기 설정을 확인 하는 메뉴이다. 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return Message로는 다음과 같은 SMS메시지가 리턴된다.

```
CON_PERIOD:0240
LOG_PERIOD:3600OK!ID : 0001
```

5) *DPR (서버 강제 접속 명령어)

```
*DPR
```

설 명 : RTU의 설정된 서버 접속 시간 주기에 상관없이 현재 서버에 접속하여 그 동안 로깅 했던 데이터와 현재 측정상태를 보내는 메뉴이다. 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않는다. Return메시지는 없다.

6) *DPDC (일일 접속 명령어)

```
*DPDC07
```

설 명 : 시스템이 서버에 하루 한번씩 꼭 접속 할 시간(범위:00~23(시))을 설

정하는 메뉴이다. *DPDC는 고정된 명령어이고, 뒤에 따르는 수는 설정 시간이다. 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return메시지는 없다.

7) *DPL? (메모리 현황 보기 명령어)

*DPL?

설 명 : 메모리에 측정 데이터 및 이상진단 내용을 메모리에 저장한 마지막 주소와 서버에 서 읽은 마지막 주소를 보는 메뉴이다. *DPL? 고정된 명령어이고, 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return메시지는 없다.

8)*DPSL (수위변화 제한폭 설정 명령어)

*DPSL0050

설 명 : 수위측정값이 수위변화 제한폭을 넘으면 수위급변상태를 전송 프로토콜에 포함하며 수위측정을 한번 더 시도하고 두 번 째 측정에도 수위변화 제한 폭을 넘으면 측정데이터를 기존값을 유지하거나 측정한 값을 그대로 저장하는 메뉴이다. *DPSL은 고정된 명령어이고 뒤에 따르는 수는 설정 시간이다. 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return메시지는 없다.(설정범위: 50~9999, 단위: 1mm)

9) *DPDD/*DPDM (수위 급변시 처리방법 명령어)

*DPDD

설 명 : 앞에 설정된 수위변화폭을 넘으면 그 측정한 데이터를 그대로 표시할 것인지 기존의 데이터를 표시할 것인지를 설정하는 메뉴이다. *DPD는 고정된 명령어이며 뒤에 붙는 D는 측정된 값을 그대로 표시하는 것이며

M은 이전에 측정된 값을 그대로 표시하는 것이다. 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return메시지는 없다.

9) *DPD? (수위 급변시 처리방법 명령어)

*DPD?

설 명 : 수위 급변시 처리방법 설정상태를 확인하는 메뉴이다. *DPD? 고정된 명령어이고, 띄어 쓰기나 영 소문자는 허용되지 않으며 Return메시지는 영문문자으로 표시된다. DPDD상태이면 "Current Value Maintain "이라고 표시되며 DPDM은 "Previous value Maintain"이라고 표시된다.

2.4. 전원 모듈 (PWR보드)

저수지 수위계 및 무선 RTU의 안정적 전원 공급을 하여야 하며 흐린 날에도 30일 이상유지된다.

가.구성

전원 모듈은 Solar Panel, Charge Controller, Battery로 구성된다.

나. Solar Panel 용량 (12W /12V)

- 1일 소모전력 : 0.48W * 24Hr ≒ 11.52WHr
- Battery 충방전 손실 : 11.52 * 1.1 = 12.672WHr
- 1일 평균 Sun Hours : 3Hr (3~4hr)
- Solar 용량 : 12.672 / 3 = 4.224W << 12W(12V)로 선정

다. **Battery 용량(31A/12V)**

- 1일 평균 소비전류 : 11.52WHr / 12V = 0.96AHr
- Battery 공급일 : 20일
- 총 필요 전류 : 0.96 * 20 = 19.2Hr
- 저온 영향 : 1.2 (1.1 ~ 1.3)
- Battery 용량 : 19.2 * 1.2 = 23.04AHr
- 방전 후 재충전 고려 : 0.9 (0.8 ~0.9)
- 필요 배터리 용량 : 23.04 / 0.9 = 25.6AHr << 31Ah(12V)로 선정

여　　백

A3. 송수신 프로그램 Source Code

A3.1 cClient.cls

```
VERSION 1.0 CLASS
BEGIN
  MultiUse = -1  'True
  Persistable = 0  'NotPersistable
  DataBindingBehavior = 0  'vbNone
  DataSourceBehavior  = 0  'vbNone
  MTSTransactionMode  = 0  'NotAnMTSObject
END
Attribute VB_Name = "cClient"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = True
Attribute VB_PredeclaredId = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit

Dim mClientSocketIndex As Integer  ''Client의 Socket index
Dim mRTUID() As Long               ''Client가 요구하는 RTU ID
Dim initflag As Boolean
Dim mClientData() As Byte          'Client의 Data

Public Property Get ClientSocketIndex() As Integer
    ClientSocketIndex = mClientSocketIndex
End Property

Public Property Let ClientSocketIndex(ByVal vClientSocketIndex As Integer)
    mClientSocketIndex = vClientSocketIndex
End Property
```

```
Public Function GetRTUID(index As Long) As Long
    GetRTUID = mRTUID(index)
End Function

Public Sub SetRTUID(ByVal index As Long, ByVal vRTUID As Long)
    mRTUID(index) = vRTUID
End Sub

Public Sub SetRTUIDSize(ByVal size As Long)
    ReDim Preserve mRTUID(size - 1)
    initflag = True
End Sub

Public Function GetRTUIDSize() As Long
    If initflag = True Then
        GetRTUIDSize = UBound(mRTUID) + 1
    Else
        GetRTUIDSize = 0
    End If
End Function

Public Function GetClientData(index As Long) As Byte
    GetClientData = mClientData(index)
End Function

Public Sub SetClientData(ByVal index As Long, ByVal vClientData As Byte)
    mClientData(index) = vClientData
End Sub

Public Sub SetCopyClientData(vClientData() As Byte, startbyte As Long)
    CopyMemory mClientData(startbyte), vClientData(0), UBound(vClientData) + 1
End Sub
```

```
Public Sub GetCopyClientData(vClientData() As Byte, startbyte As Long, ByteLength As Long)
    Dim a As Byte

    CopyMemory vClientData(0), mClientData(startbyte), ByteLength
End Sub

Public Sub EraseClientData()
    Erase mClientData
    initflag = False
End Sub

Public Sub SetClientDataSize(ByVal size As Long)
    ReDim Preserve mClientData(size - 1)
    initflag = True
End Sub

Public Function GetClientDataSize() As Long
    If initflag = True Then
        GetClientDataSize = UBound(mClientData) + 1
    Else
        GetClientDataSize = 0
    End If
End Function
```

A3.2 cRTU.cls

```
VERSION 1.0 CLASS
BEGIN
  MultiUse = -1  'True
  Persistable = 0  'NotPersistable
  DataBindingBehavior = 0  'vbNone
  DataSourceBehavior  = 0  'vbNone
  MTSTransactionMode  = 0  'NotAnMTSObject
END
Attribute VB_Name = "cRTU"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = True
Attribute VB_PredeclaredId = False
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit

Dim mRTUSocketIndex As Integer  'RTU의 socket index
Dim mRTUData() As Byte          'RTU의 Data
Dim initflag As Boolean         'mRTUData 배열의 초기화 상태
Dim RTUID As Integer
Dim sTime As Date               'Server 접속시간
Dim RTU_Flag As Boolean         'RTU 이며 TRUE

Public Property Get RTUSocketIndex() As Integer
    RTUSocketIndex = mRTUSocketIndex
End Property

Public Property Let RTUSocketIndex(ByVal vRTUSocketIndex As Integer)
    mRTUSocketIndex = vRTUSocketIndex
End Property
```

```
Public Function GetRTUData(index As Long) As Byte
    GetRTUData = mRTUData(index)
End Function

Public Sub SetRTUData(ByVal index As Long, ByVal vRTUData As Byte)
    mRTUData(index) = vRTUData
End Sub

Public Sub SetCopyRTUData(vRTUData() As Byte, startbyte As Long)
    CopyMemory mRTUData(startbyte), vRTUData(0), UBound(vRTUData) + 1
End Sub

Public Sub GetCopyRTUData(vRTUData() As Byte, startbyte As Long, ByteLength As Long)
    Dim a As Byte

    CopyMemory vRTUData(0), mRTUData(startbyte), ByteLength
End Sub

Public Sub EraseRTUData()
    Erase mRTUData
    initflag = False
End Sub

Public Sub SetRTUDataSize(ByVal size As Long)
    ReDim Preserve mRTUData(size - 1)
    initflag = True
End Sub

Public Function GetRTUDataSize() As Long
    If initflag = True Then
        GetRTUDataSize = UBound(mRTUData) + 1
    Else
```

```
        GetRTUDataSize = 0
    End If
End Function

Public Sub SetRTUID(id As Integer)
    RTUID = id
End Sub

Public Function GetRTUID() As Integer
    GetRTUID = RTUID
End Function

Public Sub SetsTime(ByVal new_time As Date)
    sTime = new_time
End Sub

Public Function GetsTime() As Date
    GetsTime = sTime
End Function
```

A3.3 frmComm.frm

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmComm
   BorderStyle     =   1  '단일 고정
   Caption         =   "Serial Config"
   ClientHeight    =   2520
   ClientLeft      =   4620
   ClientTop       =   2700
   ClientWidth     =   7140
   ControlBox      =   0   'False
   LinkTopic       =   "Form1"
   MaxButton       =   0   'False
   MinButton       =   0   'False
   ScaleHeight     =   2520
   ScaleWidth      =   7140
   Begin VB.CommandButton cmdCancel
      Caption         =   "Cancel"
      Height          =   330
      Left            =   5820
      TabIndex        =   21
      Top             =   1965
      Width           =   1095
   End
   Begin VB.CommandButton cmdOk
      Caption         =   "OK"
      Height          =   330
      Left            =   4485
      TabIndex        =   12
      Top             =   1965
      Width           =   1095
   End
   Begin VB.CommandButton cmdOpenTest
```

```
    Caption         =   "Open Test"
    Height          =   330
    Left            =   3165
    TabIndex        =   11
    Top             =   1965
    Width           =   1095
End
Begin VB.ComboBox cmbEof
    Height          =   300
    ItemData        =   "frmComm.frx":0000
    Left            =   6015
    List            =   "frmComm.frx":0010
    Style           =   2  '드롭다운 목록
    TabIndex        =   10
    Top             =   1020
    Width           =   915
End
Begin VB.ComboBox cmbStopbit
    Height          =   300
    ItemData        =   "frmComm.frx":002E
    Left            =   6015
    List            =   "frmComm.frx":003B
    Style           =   2  '드롭다운 목록
    TabIndex        =   9
    Top             =   540
    Width           =   900
End
Begin VB.CheckBox chkNull
    Caption         =   "Null Discard"
    Height          =   240
    Left            =   4365
    TabIndex        =   8
    Top             =   1500
    Width           =   1365
End
```

```
Begin VB.CheckBox chkRTS
   Caption        =  "RTS Enable"
   Height         =  300
   Left           =  2790
   TabIndex       =  7
   Top            =  1500
   Width          =  1335
End
Begin VB.CheckBox chkDTR
   Caption        =  "DTR Enable"
   Height         =  255
   Left           =  1260
   TabIndex       =  6
   Top            =  1530
   Width          =  1350
End
Begin VB.TextBox txtInterval
   Height         =  285
   Left           =  3600
   TabIndex       =  5
   Top            =  1035
   Width          =  1110
End
Begin VB.TextBox txtLen
   Height         =  270
   Left           =  1260
   TabIndex       =  4
   Top            =  1065
   Width          =  1125
End
Begin VB.ComboBox cmbDatabit
   Height         =  300
   ItemData       =  "frmComm.frx":004A
   Left           =  3600
   List           =  "frmComm.frx":005D
```

```
    Style          =   2  '드롭다운 목록
    TabIndex       =   3
    Top            =   555
    Width          =   1125
End
Begin VB.ComboBox cmbBaud
    Height         =   300
    ItemData       =   "frmComm.frx":0070
    Left           =   3600
    List           =   "frmComm.frx":0092
    Style          =   2  '드롭다운 목록
    TabIndex       =   2
    Top            =   120
    Width          =   1125
End
Begin VB.ComboBox cmbParity
    Height         =   300
    ItemData       =   "frmComm.frx":00DA
    Left           =   1260
    List           =   "frmComm.frx":00ED
    Style          =   2  '드롭다운 목록
    TabIndex       =   1
    Top            =   570
    Width          =   1125
End
Begin VB.ComboBox cmbComm
    Height         =   300
    ItemData       =   "frmComm.frx":0113
    Left           =   1260
    List           =   "frmComm.frx":0123
    Style          =   2  '드롭다운 목록
    TabIndex       =   0
    Top            =   120
    Width          =   1125
End
```

```
Begin VB.Label Label8
   Caption        =  "EOF Char"
   Height         =  240
   Left           =  5010
   TabIndex       =  20
   Top            =  1080
   Width          =  915
End
Begin VB.Label Label7
   Caption        =  "Stop Bits"
   Height         =  255
   Left           =  5010
   TabIndex       =  19
   Top            =  600
   Width          =  825
End
Begin VB.Label Label6
   Caption        =  "Interval"
   Height         =  195
   Left           =  2670
   TabIndex       =  18
   Top            =  1080
   Width          =  705
End
Begin VB.Label Label5
   Caption        =  "Input Len"
   Height         =  195
   Left           =  150
   TabIndex       =  17
   Top            =  1140
   Width          =  840
End
Begin VB.Label Label4
   Caption        =  "Data Bits"
   Height         =  180
```

```
        Left            =   2625
        TabIndex        =    16
        Top             =   645
        Width           =   855
    End
    Begin VB.Label Label3
        Caption         =   "Baud Rate"
        Height          =   195
        Left            =   2625
        TabIndex        =    15
        Top             =    180
        Width           =   960
    End
    Begin VB.Label Label2
        Caption         =   "Parity"
        Height          =   240
        Left            =   135
        TabIndex        =    14
        Top             =   645
        Width           =   615
    End
    Begin VB.Label Label1
        Caption         =   "Comm Port"
        Height          =   195
        Left            =   120
        TabIndex        =    13
        Top             =    195
        Width           =   975
    End
End
Attribute VB_Name = "frmComm"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
```

```
Option Explicit

Private Sub Form_Activate()
    GetOpt
End Sub

Private Sub GetOpt()
    chkDTR.Value = dtr
    chkRTS.Value = rts
    chkNull.Value = nulldiscard
    txtLen.Text = length
    cmbComm.ListIndex = commport
    cmbBaud.ListIndex = baudrate
    cmbParity.ListIndex = parity
    cmbDatabit.ListIndex = databit
    cmbStopbit.ListIndex = stopbit
    cmbEof.ListIndex = endoffile
End Sub

Private Sub SetOpt()
    dtr = chkDTR.Value
    rts = chkRTS.Value
    nulldiscard = chkNull.Value
    length = txtLen.Text
    commport = cmbComm.ListIndex
    baudrate = cmbBaud.ListIndex
    parity = cmbParity.ListIndex
    databit = cmbDatabit.ListIndex
    stopbit = cmbStopbit.ListIndex
    endoffile = cmbEof.ListIndex
End Sub

Private Sub cmdOpenTest_Click()
    If frmMain.MSComm1.PortOpen = True Then
```

```
        frmMain.MSComm1.PortOpen = False
    End If

    If OpenPort(chkDTR.Value, chkRTS.Value, chkNull.Value, txtLen.Text, _
                cmbComm.ListIndex, cmbBaud.ListIndex, cmbParity.ListIndex, _
                cmbDatabit.ListIndex, cmbStopbit.ListIndex, cmbEof.ListIndex) Then
        MsgBox "Success", vbOKOnly
    Else
        MsgBox "Fail", vbOKOnly
    End If

    If frmMain.MSComm1.PortOpen = True Then
        frmMain.MSComm1.PortOpen = False
    End If
End Sub


Private Sub cmdCancel_Click()
    Me.Hide
End Sub


Private Sub cmdOk_Click()
    SetOpt
    Setini
    Me.Hide
End Sub

Public Function OpenPort(dtr, rts, nulldiscard, length, commport, baudrate, parity, databit, stopbit, endoffile)
As Integer
    On Error GoTo error232

    Dim X As Integer
    Dim st As String
    Dim ef As String
```

```
frmMain.MSComm1.DTREnable = dtr
frmMain.MSComm1.RTSEnable = rts
frmMain.MSComm1.nulldiscard = nulldiscard

frmMain.MSComm1.InputLen = length

frmMain.MSComm1.commport = commport + 1

'setting 이라는 속성에 들어갈 문자열을 만든다
st = cmbBaud.List(baudrate)

Select Case parity
Case 0: st = st + ",E"
Case 1: st = st + ",O"
Case 2: st = st + ",N"
Case 3: st = st + ",M"
Case 4: st = st + ",S"
End Select

st = st + cmbDatabit.List(databit)
st = st + cmbStopbit.List(stopbit)

Select Case endoffile
Case 0: st = st + "vbLf"
Case 1: st = st + "vbCr"
Case 2: st = st + "vbCrLf"
Case 3: st = st + ""
End Select

frmMain.MSComm1.Settings = st
frmMain.MSComm1.SThreshold = 0
frmMain.MSComm1.RThreshold = 0
frmMain.MSComm1.PortOpen = True
```

```
    OpenPort = 1
    Exit Function

error232:
    OpenPort = 0
End Function
```

A3.4 frmMain.frm

```
VERSION 5.00
Object = "{248DD890-BB45-11CF-9ABC-0080C7E7B78D}#1.0#0"; "MSWINSCK.OCX"
Object = "{648A5603-2C6E-101B-82B6-000000000014}#1.1#0"; "MSCOMM32.OCX"
Begin VB.Form frmMain
   BorderStyle     =   1  '단일 고정
   Caption         =   "수위 모니터링 시스템"
   ClientHeight    =   1980
   ClientLeft      =   6630
   ClientTop       =   4275
   ClientWidth     =   4530
   Icon            =   "frmMain.frx":0000
   LinkTopic       =   "Form1"
   MaxButton       =   0   'False
   MinButton       =   0   'False
   ScaleHeight     =   1980
   ScaleWidth      =   4530
   Begin VB.CheckBox chkAuto
      Caption         =   "Auto Start"
      Height          =   240
      Left            =   2835
      TabIndex        =   9
      Top             =   1515
      Width           =   1305
   End
   <이하 생략>
```

A3.5 frmServerOpt.frm

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmServerOpt
   BorderStyle      =   1  '단일 고정
   Caption          =   "Server Option"
   ClientHeight     =   3855
   ClientLeft       =   5535
   ClientTop        =   1800
   ClientWidth      =   5670
   LinkTopic        =   "Form1"
   MaxButton        =   0   'False
   MinButton        =   0   'False
   ScaleHeight      =   3855
   ScaleWidth       =   5670
   Begin VB.CommandButton cmdTest
      Caption          =   "Open Test"
      Height           =   375
      Left             =   1155
      TabIndex         =   17
      Top              =   3255
      Width            =   1275
   End
   <이하 생략>
```

A3.6 Module1.bas

```
Attribute VB_Name = "Module1"
''''''
```

```
Public Const WM_MOUSEMOVE = &H200
Public Const WM_LBUTTONDOWN = &H201
Public Const WM_LBUTTONUP = &H202
Public Const WM_LBUTTONDBLCLK = &H203
Public Const WM_RBUTTONDOWN = &H204
Public Const WM_RBUTTONUP = &H205
Public Const WM_RBUTTONDBLCLK = &H206
Public Const WM_MBUTTONDOWN = &H207
Public Const WM_MBUTTONUP = &H208
Public Const WM_MBUTTONDBLCLK = &H209
Public Const GWL_WNDPROC = (-4)

Public g_myNID As NOTIFYICONDATA
Public g_lpPrevWndProc As Long
Public g_HW As Long

Type NOTIFYICONDATA
    cbSize As Long
    hwnd As Long
    uID As Long
    uFlags As Long
    uCallbackMessage As Long
    hIcon As Long
    szTip As String * 64
End Type

Public cnn As ADODB.Connection          'DB connection
Public rs As ADODB.Recordset            'DB recordset

''inifile name
Const filename As String = ".\service.ini"

''''''
```

```
Public AutoStart As Integer

Public RTUPort As Integer
Public ClientPort As Integer
Public ClientEnabled As Integer

Public DBIP As String
Public DBPort As String
Public DBName As String
Public DBId As String
Public DBPass As String

Public dtr As Integer
Public rts As Integer
Public nulldiscard As Integer
Public length As String
Public commport As Integer
Public baudrate As Integer
Public parity As Integer
Public databit As Integer
Public stopbit As Integer
Public endoffile As Integer

''기본값
Const defSiteName As String = "WebService"
Const defAutoStart As Integer = 0

Const defRTUPort As Integer = 2000
Const defClientPort As Integer = 2001
Const defClientEnabled As Integer = 0

Const defDBIP As String = "Localhost"
Const defDBPort As String = "3306"
Const defDBName As String = ""
Const defDBId As String = "root"
```

```
Const defDBPass As String = ""

Const defdtr As Integer = 1
Const defrts As Integer = 0
Const defnulldiscard As Integer = 0
Const deflength As String = 0
Const defcommport As Integer = 0
Const defbaudrate As Integer = 3
Const defparity As Integer = 2
Const defdatabit As Integer = 0
Const defstopbit As Integer = 0
Const defendoffile As Integer = 3


''서버상태변수
Public RTUStatus As Integer
Public ClientStatus As Integer
Public DBStatus As Integer
Public CommStatus As Integer

''모뎀 버퍼
Type bBuf
    bBuf() As Byte
    in As Long
End Type


Public Sub Hook()
g_lpPrevWndProc = SetWindowLong(g_HW, GWL_WNDPROC, AddressOf WindowProc)
End Sub


Public Sub UnHook()
Dim tmp As Long
tmp = SetWindowLong(g_HW, GWL_WNDPROC, g_lpPrevWndProc)
```

```
End Sub


Function WindowProc(ByVal hw As Long, ByVal uMsg As Long, ByVal wParam As Long, ByVal lParam
As Long) As Long
    If wParam = uID Then
        Select Case lParam
        Case WM_MOUSEOVER
            frmMain.SetFocus
        Case WM_RBUTTONDOWN
            If Not frmMain.Visible Then
                frmMain.PopupMenu frmMain.mnuPopup
                'frmMain.Timer1.Enabled = True
            End If
        Case WM_LBUTTONDBLCLK

        Case WM_LBUTTONUP

        End Select
    End If

        WindowProc = CallWindowProc(g_lpPrevWndProc, hw, uMsg, wParam, lParam)
End Function


''''''
```

```
        temp = temp + (val Mod 2) * 2 ^ i    '나머지
        val = val \ 2    '몫
    Next i

    BinToDec = temp
End Function


''초기값 가져오기
Public Sub GetReg()
    ''RTU
    RTUIP = GetSetting(App.Title, "RTU", "IP", "Localhost")
    RTUPort = GetSetting(App.Title, "RTU", "Port", 2000)

    ''Remote Control
    ClientIP = GetSetting(App.Title, "Remote", "IP", "Localhost")
    ClientPort = GetSetting(App.Title, "Remote", "Port", 2001)

    ''Database
    DBIP = GetSetting(App.Title, "DB", "IP", "Localhost")
    DBPort = GetSetting(App.Title, "DB", "Port", 3306)
    DBName = GetSetting(App.Title, "DB", "Name", "")
    DBId = GetSetting(App.Title, "DB", "ID", "root")
    DBPass = GetSetting(App.Title, "DB", "Pass", "")

    ''시리얼
    dtr = GetSetting(App.Title, "Serial", "DTR", 1)
    rts = GetSetting(App.Title, "Serial", "RTS", 0)
    nulldiscard = GetSetting(App.Title, "Serial", "NULL", 0)
    length = GetSetting(App.Title, "Serial", "LEN", 0)
    commport = GetSetting(App.Title, "Serial", "CommPort", 0)
    baudrate = GetSetting(App.Title, "Serial", "BAUD", 3)
    parity = GetSetting(App.Title, "Serial", "PARITY", 2)
    databit = GetSetting(App.Title, "Serial", "DATA", 0)
    stopbit = GetSetting(App.Title, "Serial", "STOP", 0)
```

```
    endoffile = GetSetting(App.Title, "Serial", "EndOfFile", 3)
End Sub


''초기값 저장
Public Sub SetReg()
    ''RTU
    SaveSetting App.Title, "RTU", "IP", RTUIP
    SaveSetting App.Title, "RTU", "Port", RTUPort

    ''Remote Control
    SaveSetting App.Title, "Remote", "IP", ClientIP
    SaveSetting App.Title, "Remote", "Port", ClientPort

    ''Database
    SaveSetting App.Title, "DB", "IP", DBIP
    SaveSetting App.Title, "DB", "Port", DBPort
    SaveSetting App.Title, "DB", "Name", DBName
    SaveSetting App.Title, "DB", "ID", DBId
    SaveSetting App.Title, "DB", "Pass", DBPass

    ''시리얼
    SaveSetting App.Title, "Serial", "DTR", dtr
    SaveSetting App.Title, "Serial", "RTS", rts
    SaveSetting App.Title, "Serial", "NULL", nulldiscard
    SaveSetting App.Title, "Serial", "LEN", length
    SaveSetting App.Title, "Serial", "CommPort", commport
    SaveSetting App.Title, "Serial", "BAUD", baudrate
    SaveSetting App.Title, "Serial", "PARITY", parity
    SaveSetting App.Title, "Serial", "DATA", databit
    SaveSetting App.Title, "Serial", "STOP", stopbit
    SaveSetting App.Title, "Serial", "EOF", endoffile
End Sub

''inifile
```

```
Public Sub Getini()
    Dim tmpstr As String * 50
    Dim defstrsize As Long
    Dim strsize As Long

    defstrsize = 50

    ''App
    strsize = GetPrivateProfileString("App", "SiteName", defSiteName, tmpstr, defstrsize, filename)
    SiteName = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("App", "AutoStart", defAutoStart, tmpstr, defstrsize, filename)
    AutoStart = Left(tmpstr, strsize)
    ''RTU
    strsize = GetPrivateProfileString("RTU", "Port", defRTUPort, tmpstr, defstrsize, filename)
    RTUPort = Left(tmpstr, strsize)
    ''Remote Control
    strsize = GetPrivateProfileString("Remote", "Port", defClientPort, tmpstr, defstrsize, filename)
    ClientPort = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Remote", "ClientEnabled", defClientEnabled, tmpstr, defstrsize
filename)
    ClientEnabled = Left(tmpstr, strsize)

    ''Database
    strsize = GetPrivateProfileString("DB", "IP", defDBIP, tmpstr, defstrsize, filename)
    DBIP = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("DB", "Port", defDBPort, tmpstr, defstrsize, filename)
    DBPort = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("DB", "Name", defDBName, tmpstr, defstrsize, filename)
    DBName = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("DB", "ID", defDBId, tmpstr, defstrsize, filename)
    DBId = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("DB", "Pass", defDBPass, tmpstr, defstrsize, filename)
    DBPass = Left(tmpstr, strsize)

    ''시리얼
```

```
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "DTR", defdtr, tmpstr, defstrsize, filename)
    dtr = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "RTS", defrts, tmpstr, defstrsize, filename)
    dtr = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "NULL", defnulldiscard, tmpstr, defstrsize, filename)
    nulldiscard = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "LEN", deflength, tmpstr, defstrsize, filename)
    length = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "CommPort", defcommport, tmpstr, defstrsize, filename)
    commport = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "BAUD", defbaudrate, tmpstr, defstrsize, filename)
    baudrate = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "PARITY", defparity, tmpstr, defstrsize, filename)
    parity = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "DATA", defdatabit, tmpstr, defstrsize, filename)
    databit = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "STOP", defstopbit, tmpstr, defstrsize, filename)
    stopbit = Left(tmpstr, strsize)
    strsize = GetPrivateProfileString("Serial", "EOF", defendoffile, tmpstr, defstrsize, filename)
    endoffile = Left(tmpstr, strsize)
End Sub


Public Sub Setini()

    ''App
    WritePrivateProfileString "App", "SiteName", CStr(SiteName), filename
    WritePrivateProfileString "App", "AutoStart", CStr(AutoStart), filename

    ''RTU
    WritePrivateProfileString "RTU", "Port", CStr(RTUPort), filename

    ''Remote Control
    WritePrivateProfileString "Remote", "Port", CStr(ClientPort), filename
    WritePrivateProfileString "Remote", "ClientEnabled", CStr(ClientEnabled), filename
```

```
    ''Database
    WritePrivateProfileString "DB", "IP", CStr(DBIP), filename
    WritePrivateProfileString "DB", "Port", CStr(DBPort), filename
    WritePrivateProfileString "DB", "Name", CStr(DBName), filename
    WritePrivateProfileString "DB", "ID", CStr(DBId), filename
    WritePrivateProfileString "DB", "Pass", CStr(DBPass), filename

    ''시리얼
    WritePrivateProfileString "Serial", "DTR", CStr(dtr), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "RTS", CStr(rts), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "NULL", CStr(nulldiscard), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "LEN", CStr(length), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "CommPort", CStr(commport), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "BAUD", CStr(baudrate), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "PARITY", CStr(parity), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "DATA", CStr(databit), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "STOP", CStr(defstopbit), filename
    WritePrivateProfileString "Serial", "EOF", CStr(defendoffile), filename

End Sub


''문자열을 바이트 배열로
Public Function StrtoBin(str As String) As Variant
    Dim i As Integer
    Dim length As Integer
    Dim data() As Byte

    length = Len(str) - 1
    ReDim data(length)

    For i = 0 To length
        data(i) = Asc(Mid(str, i + 1, 1))
    Next i
    StrtoBin = data
```

```
End Function
```

A3.7 setup.bas

```
; -- Sample3.iss --
; Same as Sample1.iss, but creates some registry entries too.

; SEE THE DOCUMENTATION FOR DETAILS ON CREATING .ISS SCRIPT FILES!

[Setup]
AppName=RTU Server
AppVerName=RTU Server version 1.0
AppCopyright=Copyright (C) 1993 ISTEC, Inc.
DefaultDirName={pf}\RTUServer
DefaultGroupName=RTUServer
UninstallDisplayIcon={app}\WebService.exe
; uncomment the following line if you want your installation to run on NT 3.51 too.
; MinVersion=4,3.51

[Files]
Source: "WebService.exe"; DestDir: "{app}"
Source: "Package\Support\ASYCFILT.DLL"; DestDir: "{sys}"
Source: "Package\Support\COMCAT.DLL"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\MSCOMKO.DLL"; DestDir: "{sys}"
Source: "Package\Support\msvbvm60.DLL"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\MyProv.DLL"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\OLEAUT32.DLL"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\OLEPRO32.DLL"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\VB6ko.DLL"; DestDir: "{sys}"
Source: "Package\Support\VB6STKIT.DLL"; DestDir: "{sys}"
Source: "Package\Support\MSCOMM32.OCX"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\MSWINSCK.OCX"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\MSWINSCK.OCX"; DestDir: "{sys}"; Flags: regserver
Source: "Package\Support\STDOLE2.TLB"; DestDir: "{sys}"; Flags: regtypelib
```

```
[Icons]
Name: "{group}\RTUServer"; Filename: "{app}\WebService.exe"

; NOTE: Most apps do not need registry entries to be pre-created. If you
; don't know what the registry is or if you need to use it, then chances are
; you don't need a [Registry] section.

[Registry]
; Start "Software\My Company\My Program" keys under HKEY_CURRENT_USER
; and HKEY_LOCAL_MACHINE. The flags tell it to always delete the
; "My Program" keys upon uninstall, and delete the "My Company" keys
; if there is nothing left in them.
Root: HKLM; Subkey: "software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run"; ValueType:string;
ValueName:"WebService"; ValueData:"{app}\WebService.exe" ; Flags: createvalueifdoesntexist
uninsdeletevalue
```

A3.8 WebService.PDM

[Root]

Most Recent Package=Standard Setup Package 1

[Package|Standard Setup
 Package 1|Root]

SubWizProgID=PDWizard.SetupPkgSubWiz

BuildFolder=C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\Package

[Package|Standard Setup Package 1|Configure DAO ISAMs]

Applicable=No

[Package|Standard Setup Package 1|Configure DAO ODBC]

JetWorkspace=

ODBCDirect=

[Package|Standard Setup Package 1|Files Found]

[Package|Standard Setup Package 1|Files Released]

[Package|Standard Setup Package 1|Missing Dependency Information]

[Package|Standard Setup Package 1|Out-of-Date Dependency Information]

[Package|Standard Setup Package 1|Files Added]

C:\Program Files\MyOLEDB\MyProv.dll=

[Package|Standard Setup Package 1|Files Removed]

[Package|Standard Setup Package 1|Files In Project]

C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\WebService.exe=Yes

C:\WINNT\system32\msvbvm60.dll=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\OLEAUT32.DLL=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\OLEPRO32.DLL=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\ASYCFILT.DLL=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\STDOLE2.TLB=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\COMCAT.DLL=Yes

C:\WINNT\system32\VB6ko.DLL=Yes

C:\WINNT\system32\tapi3.dll=Yes

C:\Program Files\webservice\MSWINSCK.OCX=Yes

C:\Program Files\webservice\NTSVC.ocx=Yes

C:\WINNT\system32\MSCOMM32.OCX=Yes

C:\WINNT\system32\MSCOMKO.DLL=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\MDAC_TYP.EXE=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\SETUP.EXE=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\SETUP1.EXE=Yes

C:\WINNT\system32\VB6STKIT.DLL=Yes

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\ST6UNST.EXE=Yes

C:\Program Files\MyOLEDB\MyProv.dll=Yes

[Package|Standard Setup Package 1|Configure Registry Files]

Applicable=No

[Package|Standard Setup Package 1|Configure Remote Servers]

Applicable=No

[Package|Standard Setup Package 1|Install Locations]

C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\WebService.exe=$(AppPath)

C:\WINNT\system32\msvbvm60.dll=$(WinSysPathSysFile)

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\OLEAUT32.DLL=$(WinSysPathSysFile)

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\OLEPRO32.DLL=$(WinSysPathSysFile)

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\ASYCFILT.DLL=$(WinSysPathSysFile)

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\STDOLE2.TLB=$(WinSysPathSysFile)

C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\COMCAT.DLL=$(WinSysPathSysFile)

```
C:\WINNT\system32\VB6ko.DLL=$(WinSysPath)
C:\WINNT\system32\tapi3.dll=$(WinSysPath)
C:\Program Files\webservice\MSWINSCK.OCX=$(WinSysPath)
C:\Program Files\webservice\NTSVC.ocx=$(WinSysPath)
C:\WINNT\system32\MSCOMM32.OCX=$(WinSysPath)
C:\WINNT\system32\MSCOMKO.DLL=$(WinSysPath)
C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\MDAC_TYP.EXE=$(AppPath)
C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\SETUP.EXE=$(AppPath)
C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\SETUP1.EXE=$(WinPath)
C:\WINNT\system32\VB6STKIT.DLL=$(WinSysPathSysFile)
C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\ST6UNST.EXE=$(WinPath)
C:\Program Files\MyOLEDB\MyProv.dll=$(WinSysPath)

[Package|Standard Setup Package 1|Configure Shared Files]
Applicable=Yes
C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\WebService.exe=No
C:\Program Files\Microsoft Visual Studio\VB98\Wizards\PDWizard\Redist\MDAC_TYP.EXE=No

[Package|Standard Setup Package 1|Distribution]
Type=single
Size=
Title=WebService

[Package|Standard Setup Package 1|IconGroups]
Group0=WebService
PrivateGroup0=-1
Parent0=$(Programs)

[Package|Standard Setup Package 1|WebService]
Icon1=WebService.exe
Title1=WebService
StartIn1=$(AppPath)
Key1=Icon1

[Package|Standard Setup Package 1|Package]
```

PackageFolder=C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\Package

ProjectFolder=C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00

ServerSideCab=

File1=C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\Package\setup.exe

File2=C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\Package\Setup.Lst

File3=C:\project\부천시\유량모니터링\webservice00\Package\WebService.CAB

Handler1=PDWizard.FolderDplySubWiz

Handler2=PDWizard.WebPostDplySubWiz

A3.9 WebService.Vbp

```
Type=Exe

Reference=*\G{00020430-0000-0000-C000-000000000046}#2.0#0#C:\WINNT\System32\stdole2.tlb#OLE
Automation

Reference=*\G{00000200-0000-0010-8000-00AA006D2EA4}#2.0#0#C:\Program Files\Common
Files\System\ADO\msado20.tlb#Microsoft ActiveX Data Objects 2.0 Library

Reference=*\G{21D6D480-A88B-11D0-83DD-00AA003CCABD}#1.0#0#C:\WINNT\System32\tapi3.dll#Microso
ft TAPI 3.0 Type Library

Object={248DD890-BB45-11CF-9ABC-0080C7E7B78D}#1.0#0; MSWINSCK.OCX

Object={648A5603-2C6E-101B-82B6-000000000014}#1.1#0; MSCOMM32.OCX

Form=frmMain.frm

Module=Module1; Module1.bas

Class=cRTU; cRTU.cls

Class=cClient; cClient.cls

Form=frmComm.frm

Form=frmServerOpt.frm

IconForm="frmMain"

Startup="frmMain"

HelpFile=""

Title="WebService"

ExeName32="WebService.exe"

Command32="-debug"

Name="WebService"

HelpContextID="0"

CompatibleMode="0"

MajorVer=1

MinorVer=0

RevisionVer=1

AutoIncrementVer=0

ServerSupportFiles=0

VersionCompanyName="!"

CompilationType=0

OptimizationType=0

FavorPentiumPro(tm)=0
```

CodeViewDebugInfo=0

NoAliasing=0

BoundsCheck=0

OverflowCheck=0

FlPointCheck=0

FDIVCheck=0

UnroundedFP=0

StartMode=0

Unattended=0

Retained=0

ThreadPerObject=0

MaxNumberOfThreads=1

[MS Transaction Server]

AutoRefresh=1

A3.10 WebService.vbw

frmMain = 26, 20, 706, 589, , 94, 42, 641, 479, C

Module1 = 64, 9, 716, 543,

cRTU = 29, 36, 687, 398,

cClient = 22, 18, 681, 621, C

frmComm = 74, 46, 686, 549, , 88, 88, 621, 537, C

frmServerOpt = 71, 74, 715, 553, , 132, 132, 665, 581, C

A4. 저수지 수위-내용적 관계

<A4.1> 저수지별 수위-내용적 관계(이동저수지)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
45.00	20,949,661.27	20,949,661.27	100.00
44.90	20,645,600.12	41,595,261.39	98.55
44.80	20,341,538.97	61,936,800.37	97.10
44.70	20,037,477.83	81,974,278.19	95.65
44.60	19,733,416.68	101,707,694.87	94.19
44.50	19,429,355.53	121,137,050.40	92.74
44.40	19,125,294.38	140,262,344.78	91.29
44.30	18,821,233.23	159,083,578.02	89.84
44.20	18,517,172.09	177,600,750.10	88.39
44.10	18,213,110.94	195,813,861.04	86.94
44.00	17,909,049.79	213,722,910.83	85.49
43.90	17,611,929.87	231,334,840.70	84.07
43.80	17,314,809.95	248,649,650.65	82.65
43.70	17,017,690.03	265,667,340.69	81.23
43.60	16,720,570.11	282,387,910.80	79.81
43.50	16,423,450.20	298,811,361.00	78.39
43.40	16,126,330.28	314,937,691.27	76.98
43.30	15,829,210.36	330,766,901.63	75.56
43.20	15,532,090.44	346,298,992.07	74.14
43.10	15,234,970.52	361,533,962.59	72.72
43.00	14,937,850.60	376,471,813.19	71.30
42.90	14,655,686.69	391,127,499.88	69.96
42.80	14,373,522.79	405,501,022.67	68.61
42.70	14,091,358.88	419,592,381.55	67.26
42.60	13,809,194.98	433,401,576.53	65.92
42.50	13,527,031.07	446,928,607.60	64.57
42.40	13,244,867.16	460,173,474.76	63.22
42.30	12,962,703.26	473,136,178.02	61.88
42.20	12,680,539.35	485,816,717.37	60.53
42.10	12,398,375.45	498,215,092.82	59.18
42.00	12,116,211.54	510,331,304.36	57.83
41.90	11,855,136.55	522,186,440.91	56.59
41.80	11,594,061.56	533,780,502.47	55.34
41.70	11,332,986.57	545,113,489.04	54.10
41.60	11,071,911.58	556,185,400.63	52.85
41.50	10,810,836.60	566,996,237.22	51.60

<A4.1> 저수지별 수위-내용적 관계(이동저수지)(계속)

표고(m)	내용적(m³)	누가내용적(m³)	저수율(%)
41.40	10,549,761.61	577,545,998.83	50.36
41.30	10,288,686.62	587,834,685.44	49.11
41.20	10,027,611.63	597,862,297.07	47.87
41.10	9,766,536.64	607,628,833.71	46.62
41.00	9,505,461.65	617,134,295.36	45.37
40.90	9,282,549.14	626,416,844.50	44.31
40.80	9,059,636.63	635,476,481.12	43.24
40.70	8,836,724.11	644,313,205.24	42.18
40.60	8,613,811.60	652,927,016.84	41.12
40.50	8,390,899.09	661,317,915.93	40.05
40.40	8,167,986.58	669,485,902.51	38.99
40.30	7,945,074.07	677,430,976.57	37.92
40.20	7,722,161.55	685,153,138.13	36.86
40.10	7,499,249.04	692,652,387.17	35.80
40.00	7,276,336.53	699,928,723.70	34.73
39.90	7,093,819.07	707,022,542.77	33.86
39.80	6,911,301.60	713,933,844.37	32.99
39.70	6,728,784.14	720,662,628.50	32.12
39.60	6,546,266.67	727,208,895.17	31.25
39.50	6,363,749.21	733,572,644.38	30.38
39.40	6,181,231.74	739,753,876.12	29.51
39.30	5,998,714.28	745,752,590.39	28.63
39.20	5,816,196.81	751,568,787.20	27.76
39.10	5,633,679.35	757,202,466.55	26.89
39.00	5,451,161.88	762,653,628.43	26.02
38.90	5,298,531.48	767,952,159.91	25.29
38.80	5,145,901.08	773,098,060.99	24.56
38.70	4,993,270.68	778,091,331.67	23.83
38.60	4,840,640.28	782,931,971.96	23.11
38.50	4,688,009.89	787,619,981.84	22.38
38.40	4,535,379.49	792,155,361.33	21.65
38.30	4,382,749.09	796,538,110.41	20.92
38.20	4,230,118.69	800,768,229.10	20.19
38.10	4,077,488.29	804,845,717.39	19.46
38.00	3,924,857.89	808,770,575.28	18.73
37.90	3,799,530.62	812,570,105.90	18.14
37.80	3,674,203.36	816,244,309.26	17.54

<A4.1> 저수지별 수위-내용적 관계(이동저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
37.70	3,548,876.09	819,793,185.35	16.94
37.60	3,423,548.83	823,216,734.18	16.34
37.50	3,298,221.56	826,514,955.74	15.74
37.40	3,172,894.29	829,687,850.03	15.15
37.30	3,047,567.03	832,735,417.06	14.55
37.20	2,922,239.76	835,657,656.82	13.95
37.10	2,796,912.50	838,454,569.32	13.35
37.00	2,671,585.23	841,126,154.55	12.75
36.90	2,568,297.91	843,694,452.46	12.26
36.80	2,465,010.59	846,159,463.06	11.77
36.70	2,361,723.28	848,521,186.33	11.27
36.60	2,258,435.96	850,779,622.29	10.78
36.50	2,155,148.64	852,934,770.93	10.29
36.40	2,051,861.32	854,986,632.25	9.79
36.30	1,948,574.00	856,935,206.26	9.30
36.20	1,845,286.69	858,780,492.94	8.81
36.10	1,741,999.37	860,522,492.31	8.32
36.00	1,638,712.05	862,161,204.36	7.82
35.90	1,553,757.22	863,714,961.58	7.42
35.80	1,468,802.39	865,183,763.98	7.01
35.70	1,383,847.57	866,567,611.54	6.61
35.60	1,298,892.74	867,866,504.28	6.20
35.50	1,213,937.91	869,080,442.19	5.79
35.40	1,128,983.08	870,209,425.27	5.39
35.30	1,044,028.25	871,253,453.53	4.98
35.20	959,073.43	872,212,526.95	4.58
35.10	874,118.60	873,086,645.55	4.17
35.00	789,163.77	873,875,809.32	3.77
34.90	732,120.25	874,607,929.57	3.49
34.80	675,076.72	875,283,006.29	3.22
34.70	618,033.20	875,901,039.48	2.95
34.60	560,989.67	876,462,029.15	2.68
34.50	503,946.15	876,965,975.30	2.41
34.40	446,902.62	877,412,877.92	2.13
34.30	389,859.10	877,802,737.01	1.86
34.20	332,815.57	878,135,552.58	1.59
34.10	275,772.05	878,411,324.63	1.32

<A4.1> 저수지별 수위-내용적 관계(이동저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
34.00	218,728.52	878,630,053.15	1.0441
33.90	193,666.42	878,823,719.56	0.92
33.80	168,604.31	878,992,323.88	0.80
33.70	143,542.21	879,135,866.09	0.69
33.60	118,480.11	879,254,346.20	0.57
33.50	93,418.01	879,347,764.20	0.45
33.40	68,355.90	879,416,120.11	0.33
33.30	43,293.80	879,459,413.91	0.2067
33.20	32,742.11	879,492,156.01	0.16
33.10	22,190.41	879,514,346.43	0.11
33.00	11,638.72	879,525,985.15	0.0556
32.90	9,363.26	879,535,348.41	0.04
32.80	7,087.80	879,542,436.21	0.03
32.70	4,812.34	879,547,248.55	0.02
32.60	2,536.88	879,549,785.43	0.01
32.50	261.42	879,550,046.85	0.0012
32.40	134.48	879,550,181.32	0.00
32.30	7.53	879,550,188.85	0.00

<A4.2> 저수지별 수위-내용적 관계(용덕저수지)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
99.50	136476.29	1683203.22	177.4
99.00	130522.41	1546726.93	163.0
98.50	124696.45	1416204.52	149.3
98.00	119178.42	1291508.07	136.1
97.50	114135.26	1172329.65	123.6
97.00	109532.47	1058194.39	111.5
96.50	107111.24	948661.92	100.0
96.00	104643.79	841550.68	88.7
95.50	102355.78	736906.89	77.7
95.00	100070.61	634551.11	66.9
94.50	97107.89	534480.50	56.3
94.00	92488.85	437372.61	46.1
93.50	86306.71	344883.76	36.4
93.00	75794.65	258577.05	27.3
92.50	58186.23	182782.40	19.3
92.00	43050.17	124596.18	13.1
91.50	34113.70	81546.01	8.6
91.00	25605.02	47432.31	5.0
90.50	16139.33	21827.29	2.3
90.00	5687.96	5687.96	0.6

<A4.3> 저수지별 수위-내용적 관계(미산저수지)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
120.90	1,826,521.56	1,826,522	100.00
120.80	1,806,680.60	3,633,202	98.91
120.70	1,786,839.64	5,420,042	97.83
120.60	1,766,998.67	7,187,040	96.74
120.50	1,747,157.71	8,934,198	95.65
120.40	1,727,316.75	10,661,515	94.57
120.30	1,707,475.79	12,368,991	93.48
120.20	1,687,634.82	14,056,626	92.40
120.10	1,667,793.86	15,724,419	91.31
120.00	1,647,952.90	17,372,372	90.22
119.90	1,629,175.70	19,001,548	89.20
119.80	1,610,398.49	20,611,946	88.17
119.70	1,591,621.29	22,203,568	87.14
119.60	1,572,844.09	23,776,412	86.11
119.50	1,554,066.89	25,330,479	85.08
119.40	1,535,289.68	26,865,768	84.06
119.30	1,516,512.48	28,382,281	83.03
119.20	1,497,735.28	29,880,016	82.00
119.10	1,478,958.07	31,358,974	80.97
119.00	1,460,180.87	32,819,155	79.94
118.90	1,442,511.24	34,261,666	78.98
118.80	1,424,841.60	35,686,508	78.01
118.70	1,407,171.97	37,093,680	77.04
118.60	1,389,502.33	38,483,182	76.07
118.50	1,371,832.70	39,855,015	75.11
118.40	1,354,163.07	41,209,178	74.14
118.30	1,336,493.43	42,545,671	73.17
118.20	1,318,823.80	43,864,495	72.20
118.10	1,301,154.16	45,165,649	71.24
118.00	1,283,484.53	46,449,134	70.27
117.90	1,267,275.58	47,716,410	69.38
117.80	1,251,066.64	48,967,476	68.49
117.70	1,234,857.69	50,202,334	67.61
117.60	1,218,648.75	51,420,983	66.72
117.50	1,202,439.80	52,623,422	65.83
117.40	1,186,230.85	53,809,653	64.94
117.30	1,170,021.91	54,979,675	64.06

<A4.3> 저수지별 수위-내용적 관계(미산저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
117.20	1,153,812.96	56,133,488	63.17
117.10	1,137,604.02	57,271,092	62.28
117.00	1,121,395.07	58,392,487	61.40
116.90	1,106,422.45	59,498,910	60.58
116.80	1,091,449.84	60,590,360	59.76
116.70	1,076,477.22	61,666,837	58.94
116.60	1,061,504.61	62,728,341	58.12
116.50	1,046,531.99	63,774,873	57.30
116.40	1,031,559.37	64,806,433	56.48
116.30	1,016,586.76	65,823,019	55.66
116.20	1,001,614.14	66,824,634	54.84
116.10	986,641.53	67,811,275	54.02
116.00	971,668.91	68,782,944	53.20
115.90	957,766.30	69,740,710	52.44
115.80	943,363.70	70,684,074	51.68
115.70	929,961.09	71,614,035	50.91
115.60	916,058.49	72,530,094	50.15
115.50	902,155.88	73,432,250	49.39
115.40	888,253.27	74,320,503	48.63
115.30	874,350.67	75,194,853	47.87
115.20	860,448.06	76,055,302	47.11
115.10	846,545.46	76,901,847	46.35
115.00	832,642.85	77,734,490	45.59
114.90	819,990.62	78,554,480	44.89
114.80	807,338.39	79,361,819	44.20
114.70	794,686.16	80,156,505	43.51
114.60	782,033.93	80,938,539	42.82
114.50	769,381.70	81,707,921	42.12
114.40	756,729.46	82,464,650	41.43
114.30	744,077.23	83,208,727	40.74
114.20	731,425.00	83,940,152	40.04
114.10	718,772.77	84,658,925	39.35
114.00	706,120.54	85,365,046	38.66
113.90	694,441.06	86,059,487	38.02
113.80	682,761.59	86,742,248	37.38
113.70	671,082.11	87,413,330	36.74
113.60	659,402.63	88,072,733	36.10

<A4.3> 저수지별 수위-내용적 관계(미산저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
113.50	647,723.16	88,720,456	35.46
113.40	636,043.68	89,356,500	34.82
113.30	624,364.20	89,980,864	34.18
113.20	612,684.72	90,593,549	33.54
113.10	601,005.25	91,194,554	32.90
113.00	589,325.77	91,783,880	32.26
112.90	578,521.89	92,362,402	31.67
112.80	567,718.02	92,930,120	31.08
112.70	556,914.14	93,487,034	30.49
112.60	546,110.26	94,033,144	29.90
112.50	535,306.39	94,568,451	29.31
112.40	524,502.51	95,092,953	28.72
112.30	513,698.63	95,606,652	28.12
112.20	502,894.75	96,109,546	27.53
112.10	492,090.88	96,601,637	26.94
112.00	481,287.00	97,082,924	26.35
111.90	471,284.21	97,554,208	25.80
111.80	461,281.43	98,015,490	25.25
111.70	451,278.64	98,466,769	24.71
111.60	441,275.86	98,908,044	24.16
111.50	431,273.07	99,339,317	23.61
111.40	421,270.28	99,760,588	23.06
111.30	411,267.50	100,171,855	22.52
111.20	401,264.71	100,573,120	21.97
111.10	391,261.93	100,964,382	21.42
111.00	381,259.14	101,345,641	20.87
110.90	372,113.02	101,717,754	20.37
110.80	362,966.89	102,080,721	19.87
110.70	353,820.77	102,434,542	19.37
110.60	344,674.64	102,779,216	18.87
110.50	335,528.52	103,114,745	18.37
110.40	326,382.40	103,441,127	17.87
110.30	317,236.27	103,758,364	17.37
110.20	308,090.15	104,066,454	16.87
110.10	298,944.02	104,365,398	16.37
110.00	289,797.90	104,655,196	15.87
109.90	281,628.91	104,936,825	15.42

<A4.3> 저수지별 수위-내용적 관계(미산저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
109.80	273,459.92	105,210,284	14.97
109.70	265,290.93	105,475,575	14.52
109.60	257,121.94	105,732,697	14.08
109.50	248,952.95	105,981,650	13.63
109.40	240,783.96	106,222,434	13.18
109.30	232,614.97	106,455,049	12.74
109.20	224,445.98	106,679,495	12.29
109.10	216,276.99	106,895,772	11.84
109.00	208,108.00	107,103,880	11.39
108.90	201,280.37	107,305,161	11.02
108.80	194,452.74	107,499,613	10.65
108.70	187,625.12	107,687,238	10.27
108.60	180,797.49	107,868,036	9.90
108.50	173,969.86	108,042,006	9.52
108.40	167,142.23	108,209,148	9.15
108.30	160,314.60	108,369,463	8.78
108.20	153,486.98	108,522,950	8.40
108.10	146,659.35	108,669,609	8.03
108.00	139,831.72	108,809,441	7.66
107.90	134,247.14	108,943,688	7.35
107.80	128,662.55	109,072,350	7.04
107.70	123,077.97	109,195,428	6.74
107.60	117,493.38	109,312,922	6.43
107.50	111,908.80	109,424,830	6.13
107.40	106,324.22	109,531,155	5.82
107.30	100,739.63	109,631,894	5.52
107.20	95,155.05	109,727,049	5.21
107.10	89,570.46	109,816,620	4.90
107.00	83,958.88	109,900,579	4.60
106.90	79,682.48	109,980,261	4.36
106.80	75,379.08	110,055,640	4.13
106.70	71,075.68	110,126,716	3.89
106.60	66,772.28	110,193,488	3.66
106.50	62,468.88	110,255,957	3.42
106.40	58,165.47	110,314,123	3.18
106.30	53,862.07	110,367,985	2.95
106.20	49,558.67	110,417,543	2.71

<A4.3> 저수지별 수위-내용적 관계(미산저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
106.10	45,255.27	110,462,799	2.48
106.00	40,951.87	110,503,750	2.24
105.90	38,437.67	110,542,188	2.10
105.80	35,923.47	110,578,112	1.97
105.70	33,409.28	110,611,521	1.83
105.60	30,895.08	110,642,416	1.69
105.50	28,380.88	110,670,797	1.55
105.40	25,866.68	110,696,664	1.42
105.30	23,352.48	110,720,016	1.28
105.20	20,838.29	110,740,854	1.14
105.10	18,324.09	110,759,178	1.00
105.00	15,809.89	110,774,988	0.87
104.90	14,577.82	110,789,566	0.80
104.80	13,345.75	110,802,912	0.73
104.70	12,113.69	110,815,026	0.66
104.60	10,881.62	110,825,907	0.60
104.50	9,649.55	110,835,557	0.53
104.40	8,417.48	110,843,974	0.46
104.30	7,185.41	110,851,160	0.39
104.20	5,953.35	110,857,113	0.33
104.10	4,721.28	110,861,834	0.26
104.00	3,489.21	110,865,323	0.19
103.90	2,990.75	110,868,314	0.16
103.80	2,492.29	110,870,806	0.14
103.70	1,993.83	110,872,800	0.11
103.60	1,495.38	110,874,296	0.08
103.50	996.92	110,875,293	0.05
103.40	498.46	110,875,791	0.03
103.30	0.00	110,875,791	0.00

<A4.4> 저수지별 수위-내용적 관계(용설저수지)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
	3,064,000.00	3,064,000	
113.80	3,019,869.16	6,083,869	100.00
113.70	2,969,147.80	9,053,017	98.30
113.60	2,918,678.68	11,971,696	96.60
113.50	2,868,470.28	14,840,166	95.00
113.40	2,818,529.05	17,658,695	93.30
113.30	2,768,859.25	20,427,554	91.70
113.20	2,719,464.45	23,147,019	90.10
113.10	2,670,349.31	25,817,368	88.40
113.00	2,621,519.20	28,438,887	86.80
112.90	2,572,949.95	31,011,837	85.20
112.80	2,524,737.75	33,536,575	83.60
112.70	2,476,800.22	36,013,375	82.00
112.60	2,429,181.00	38,442,556	80.40
112.50	2,381,900.88	40,824,457	78.90
112.40	2,334,978.26	43,159,435	77.30
112.30	2,288,427.48	45,447,863	75.80
112.20	2,242,263.51	47,690,126	74.30
112.10	2,196,752.39	49,886,879	72.70
112.00	2,151,959.05	52,038,838	71.30
111.90	2,107,735.06	54,146,573	69.80
111.80	2,064,066.46	56,210,639	68.30
111.70	2,020,954.86	58,231,594	66.90
111.60	1,978,404.70	60,209,999	65.50
111.50	1,936,444.82	62,146,444	64.10
111.40	1,895,216.21	64,041,660	62.80
111.30	1,854,808.61	65,896,468	61.40
111.20	1,815,328.53	67,711,797	60.10
111.10	1,776,767.22	69,488,564	58.80
111.00	1,738,989.36	71,227,554	57.60
110.90	1,701,899.03	72,929,453	56.40
110.80	1,665,444.42	74,594,897	55.10
110.70	1,629,530.05	76,224,427	54.00
110.60	1,594,113.81	77,818,541	52.80
110.50	1,559,185.57	79,377,726	51.60
110.40	1,524,731.23	80,902,458	50.50

<A4.4> 저수지별 수위-내용적 관계(용설저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
110.30	1,490,732.59	82,393,190	49.40
110.20	1,457,182.85	83,850,373	48.30
110.10	1,424,106.88	85,274,480	47.20
110.00	1,391,515.09	86,665,995	46.10
109.90	1,359,373.43	88,025,368	45.00
109.80	1,327,684.71	89,353,053	44.00
109.70	1,296,466.67	90,649,520	42.90
109.60	1,265,717.26	91,915,237	41.90
109.50	1,235,420.95	93,150,658	40.90
109.40	1,205,566.31	94,356,224	39.90
109.30	1,176,160.96	95,532,385	38.90
109.20	1,147,193.80	96,679,579	38.00
109.10	1,118,647.63	97,798,227	37.00
109.00	1,090,503.46	98,888,730	36.10
108.90	1,062,752.32	99,951,483	35.20
108.80	1,035,393.78	100,986,876	34.30
108.70	1,008,428.10	101,995,304	33.40
108.60	981,848.16	102,977,153	32.50
108.50	955,677.85	103,932,830	31.60
108.40	929,934.78	104,862,765	30.80
108.30	904,592.64	105,767,358	30.00
108.20	879,643.74	106,647,002	29.10
108.10	855,097.67	107,502,099	28.30
108.00	830,969.99	108,333,069	27.50
107.90	807,247.80	109,140,317	26.70
107.80	783,946.21	109,924,263	26.00
107.70	761,080.31	110,685,344	25.20
107.60	738,637.23	111,423,981	24.50
107.50	716,602.09	112,140,583	23.70
107.40	694,958.41	112,835,541	23.00
107.30	673,709.49	113,509,251	22.30
107.20	652,850.38	114,162,101	21.60
107.10	632,364.58	114,794,466	20.90
107.00	612,236.23	115,406,702	20.30
106.90	592,446.14	115,999,148	19.60
106.80	572,986.57	116,572,135	19.00

<A4.4> 저수지별 수위-내용적 관계(용설저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
106.70	553,860.66	117,125,995	18.30
106.60	535,068.00	117,661,063	17.70
106.50	516,601.52	118,177,665	17.10
106.40	498,464.22	118,676,129	16.50
106.30	480,655.81	119,156,785	15.90
106.20	463,150.81	119,619,936	15.30
106.10	445,949.70	120,065,885	14.80
106.00	429,051.86	120,494,937	14.20
105.90	412,461.87	120,907,399	13.70
105.80	396,188.09	121,303,587	13.10
105.70	380,261.86	121,683,849	12.60
105.60	364,699.24	122,048,548	12.10
105.50	349,473.31	122,398,022	11.60
105.40	334,575.94	122,732,598	11.10
105.30	320,010.82	123,052,608	10.60
105.20	305,772.41	123,358,381	10.10
105.10	291,854.87	123,650,236	9.70
105.00	278,271.42	123,928,507	9.20
104.90	265,036.10	124,193,543	8.80
104.80	252,142.47	124,445,686	8.30
104.70	239,601.23	124,685,287	7.90
104.60	227,422.03	124,912,709	7.50
104.50	215,558.06	125,128,267	7.10
104.40	204,006.12	125,332,273	6.80
104.30	192,793.46	125,525,067	6.40
104.20	181,945.49	125,707,012	6.00
104.10	171,458.44	125,878,470	5.70
104.00	161,289.59	126,039,760	5.30
103.90	151,446.63	126,191,207	5.00
103.80	142,009.29	126,333,216	4.70
103.70	132,969.57	126,466,186	4.40
103.60	124,367.21	126,590,553	4.10
103.50	116,179.67	126,706,732	3.80
103.40	108,342.71	126,815,075	3.60
103.30	100,790.51	126,915,866	3.30
103.20	93,505.09	127,009,371	3.10

<A4.4> 저수지별 수위-내용적 관계(용설저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
103.10	86,482.90	127,095,854	2.90
103.00	79,721.52	127,175,575	2.60
102.90	73,225.04	127,248,800	2.40
102.80	66,996.94	127,315,797	2.20
102.70	91,039.50	127,406,837	2.00
102.60	55,369.13	127,462,206	1.80
102.50	50,058.34	127,512,264	1.70
102.40	45,083.25	127,557,347	1.50
102.30	40,408.44	127,597,756	1.30
102.20	36,046.70	127,633,803	1.20
102.10	32,008.16	127,665,811	1.10
102.00	28,308.90	127,694,120	0.90
101.90	24,927.88	127,719,047	0.80
101.80	21,840.59	127,740,888	0.70
101.70	19,018.01	127,759,906	0.60
101.60	16,425.68	127,776,332	0.50
101.50	14,059.64	127,790,391	0.50
101.40	11,927.28	127,802,319	0.40
101.30	10,041.95	127,812,361	0.30
101.20	8,387.93	127,820,749	0.30
101.10	6,970.57	127,827,719	0.20
101.00	5,795.79	127,833,515	0.20
100.90	4,832.37	127,838,347	0.20
100.80	4,033.12	127,842,380	0.10
100.70	3,369.79	127,845,750	0.10
100.60	2,818.16	127,848,568	0.10
100.50	2,335.17	127,850,904	0.10
100.40	1,891.08	127,852,795	0.10
100.30	1,489.15	127,854,284	0.00
100.20	1,139.22	127,855,423	0.00
100.10	839.80	127,856,263	0.00
100.00	588.42	127,856,851	0.00
99.90	385.23	127,857,236	0.00
99.80	232.30	127,857,469	0.00
99.70	129.67	127,857,598	0.00
99.60	70.18	127,857,669	0.00

<A4.4> 저수지별 수위-내용적 관계(용설저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
99.50	36.80	127,857,705	0.00
99.40	18.83	127,857,724	0.00
99.30	8.35	127,857,733	0.00
99.20	2.73	127,857,735	0.00
99.10	0.45	127,857,736	0.00
99.00	0.00	127,857,736	0.00

<A4.5> 저수지별 수위-내용적 관계(노곡저수지)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
79.30	227,826	227,826	100.00
79.20	220,792	448,618	96.91
79.10	213,757	662,375	93.82
79.00	206,722	869,097	90.74
78.90	200,181	1,069,277	87.87
78.80	193,639	1,262,917	84.99
78.70	187,098	1,450,014	82.12
78.60	180,556	1,630,571	79.25
78.50	174,015	1,804,585	76.38
78.40	167,473	1,972,059	73.51
78.30	160,932	2,132,990	70.64
78.20	154,390	2,287,381	67.77
78.10	147,849	2,435,229	64.90
78.00	141,307	2,576,537	62.02
77.90	135,669	2,712,205	59.55
77.80	130,030	2,842,235	57.07
77.70	124,391	2,966,626	54.60
77.60	118,752	3,085,378	52.12
77.50	113,113	3,198,492	49.65
77.40	107,475	3,305,966	47.17
77.30	101,836	3,407,802	44.70
77.20	96,197	3,504,000	42.22
77.10	90,558	3,594,558	39.75
77.00	84,920	3,679,478	37.27
76.90	80,574	3,760,051	35.37
76.80	76,228	3,836,279	33.46
76.70	71,882	3,908,161	31.55
76.60	67,536	3,975,697	29.64
76.50	63,190	4,038,887	27.74
76.40	58,844	4,097,731	25.83
76.30	54,498	4,152,230	23.92
76.20	50,152	4,202,382	22.01
76.10	45,806	4,248,189	20.11
76.00	41,461	4,289,649	18.20
75.90	38,606	4,328,255	16.95
75.80	35,752	4,364,007	15.69
75.70	32,897	4,396,904	14.44

<A4.5> 저수지별 수위-내용적 관계(노곡저수지)(계속)

표고(m)	내용적(m³)	누가내용적(m³)	저수율(%)
75.60	30,043	4,426,947	13.19
75.50	27,189	4,454,136	11.93
75.40	24,334	4,478,470	10.68
75.30	21,480	4,499,950	9.43
75.20	18,625	4,518,575	8.18
75.10	15,771	4,534,346	6.92
75.00	12,916	4,547,262	5.67
74.90	11,669	4,558,932	5.12
74.80	10,422	4,569,354	4.57
74.70	9,175	4,578,529	4.03
74.60	7,928	4,586,458	3.48
74.50	6,681	4,593,139	2.93
74.40	5,434	4,598,573	2.39
74.30	4,187	4,602,761	1.84
74.20	2,940	4,605,701	1.29
74.10	1,693	4,607,394	0.74
74.00	446	4,607,840	0.20
73.90	135	4,607,975	0.06

<A4.6> 저수지별 수위-내용적 관계(반월저수지)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
34.66	1,373,615.33	1,373,615.33	100.00
34.50	1,336,253.32	2,709,868.65	97.28
34.40	1,298,891.31	4,008,759.96	94.56
34.30	1,261,529.31	5,270,289.27	91.84
34.20	1,224,167.30	6,494,456.57	89.12
34.16	1,186,805.29	7,681,261.86	86.40
34.00	1,127,471.63	8,808,733.49	82.08
33.90	1,092,922.09	9,901,655.58	79.57
33.80	1,058,372.55	10,960,028.13	77.05
33.70	1,023,823.01	11,983,851.14	74.53
33.60	989,273.47	12,973,124.61	72.02
33.50	954,723.94	13,927,848.55	69.50
33.40	920,174.40	14,848,022.95	66.99
33.30	885,624.86	15,733,647.81	64.47
33.20	851,075.32	16,584,723.13	61.96
33.10	816,525.78	17,401,248.91	59.44
33.00	781,976.24	18,183,225.15	56.93
32.90	752,851.12	18,936,076.27	54.81
32.80	723,726.00	19,659,802.27	52.69
32.70	694,600.89	20,354,403.16	50.57
32.60	665,475.77	21,019,878.93	48.45
32.50	636,350.65	21,656,229.58	46.33
32.40	607,225.53	22,263,455.11	44.21
32.30	578,100.41	22,841,555.52	42.09
32.20	548,975.30	23,390,530.82	39.97
32.10	519,850.18	23,910,381.00	37.85
32.00	490,725.06	24,401,106.06	35.73
31.90	469,692.52	24,870,798.58	34.19
31.80	448,659.99	25,319,458.57	32.66
31.70	427,627.45	25,747,086.02	31.13
31.60	406,594.91	26,153,680.93	29.60
31.50	385,562.38	26,539,243.31	28.07
31.40	364,529.84	26,903,773.15	26.54
31.30	343,497.30	27,247,270.45	25.01
31.20	322,464.76	27,569,735.21	23.48
31.10	301,432.23	27,871,167.44	21.94
31.00	280,399.69	28,151,567.13	20.41

<A4.6> 저수지별 수위-내용적 관계(반월저수지)(계속)

표고(m)	내용적(㎥)	누가내용적(㎥)	저수율(%)
30.90	266,922.13	28,418,489.26	19.43
30.80	253,444.58	28,671,933.84	18.45
30.70	239,967.02	28,911,900.86	17.47
30.60	226,489.46	29,138,390.32	16.49
30.50	213,011.91	29,351,402.23	15.51
30.40	199,534.35	29,550,936.58	14.53
30.30	186,056.79	29,736,993.37	13.55
30.20	172,579.23	29,909,572.60	12.56
30.10	159,101.68	30,068,674.28	11.58
30.00	145,624.12	30,214,298.40	10.60
29.90	137,608.92	30,351,907.32	10.02
29.80	129,593.72	30,481,501.04	9.43
29.70	121,578.52	30,603,079.56	8.85
29.60	113,563.32	30,716,642.88	8.27
29.50	105,548.12	30,822,191.00	7.68
29.40	97,532.91	30,919,723.91	7.10
29.30	89,517.71	31,009,241.62	6.52
29.20	81,502.51	31,090,744.13	5.93
29.10	73,487.31	31,164,231.44	5.35
29.00	65,472.11	31,229,703.55	4.77
28.90	61,029.87	31,290,733.42	4.44
28.80	56,587.63	31,347,321.05	4.12
28.70	52,145.38	31,399,466.43	3.80
28.60	47,703.14	31,447,169.57	3.47
28.50	43,260.90	31,490,430.47	3.15
28.40	38,818.66	31,529,249.13	2.83
28.30	34,376.42	31,563,625.55	2.50
28.20	29,934.17	31,593,559.72	2.18
28.10	25,491.93	31,619,051.65	1.86
28.00	21,049.69	31,640,101.34	1.53