

저수지 실시간 수위자료 수집시스템

Tele-metering System for Real-time Data of Reservoir Stages

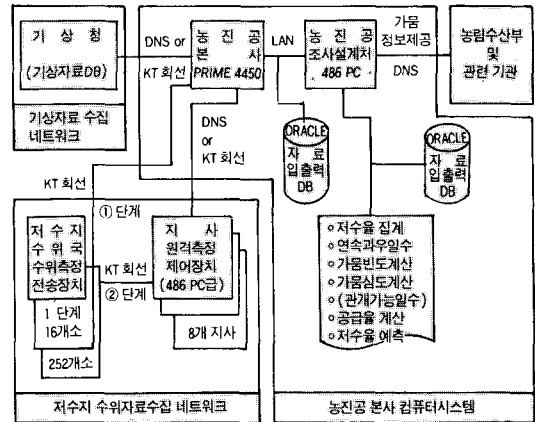
김 현 영* , 윤 인 택** , 최 용 선* , 오 수 훈*
 Kim, Hyun-young Yoon, In-taek Choi, Yong-seon Oh, Su-hoon

1. 머리말

'94~'95 가뭄 동안 중부지방에는 수자원의 여유가 있었던 반면 남부지방은 많은 저수지가 고갈되었고, '95 봄에는 곳에 따라 이양용수마저 부족할 것으로 내다보고 있다. 이 경우 어떤 저수지에 물이 얼마큼 있는지를 안다면 지역적인 가뭄대책 수립에 매우 유용할 것이다.

현재 우리가 가지고 있는 가뭄관리시스템은 다음과 같다. 즉, 가뭄이 들었을 경우, 그 정도가 어느정도인지 알기 위하여 중앙에서 각 도로 연락하여 현재 저수지의 저수율을 파악하여 보고토록 한다. 각 도에서는 다시 각 농지개량조합(전체 106개 농조)에 연락하여 이를 취합하게 된다. 각 농조에서는 각 저수지 출장소 별로 다시 연락하여 보고 자료를 준비하는 실정이다. 이러한 현재 시스템은 시간도 문제일 뿐만 아니라 자료의 정확성과 신뢰성에 있어 많은 문제점을 내포하고 있다. 왜냐하면 농조관할 저수지의 62%가 수위측정시설이 없을 뿐만 아니라 저수위-내용적 곡선을 보유하고 있는 경우가 주 수원공의 53.5%에 불과하기 때문이다(농어촌진흥공사, 1994). 더우기 각 농조에서 저수율을 파악하는 방법을 조사한 결과 90%이상의 농조가 간이식 수위표 또는 경험에 의해 저수율을 파악하는 것으로 나타났다. 이 경우 자동수집장치가 있다면 가뭄파악은 말할 것도 없고 가뭄에

대처하는 행정능력은 한층 향상될 것이다.



주) 1. KT 회선 : 한국통신 선회회선, 2. DNS : DACOM 정보통신망
 3. LAN : 단거리 정보통신망 4. ORACLE : 데이터베이스 S/W

〈그림-1〉 저수관리 기본시스템

실시간 저수위자동수집 시스템은 전국의 각 지역에 분산되어 있는 저수지에 대해서 현재의 수위 및 각 시간대별로 수위변화 등에 대한 자료를 원격 측정하여 저수량과 저수율에 대한 자료를 제공하는 시스템이다.

금회 설치한 저수위 자동수집 시스템은 지난 '92년부터 '94년까지 3개년동안 저수관리시스템 개발의 일환으로서 전국 단위 저수위 자동수집 Network 구축을 위한 시범사업으로 시행되었다. 본

* 농어촌진흥공사 조사설계처

** 농어촌진흥공사 경북지사

저수관리 기본시스템은 <그림-1>에서 보는 바와 같이 전국 농조관할 2,900여 저수지를 대상으로 저수율의 시간적 변화를 파악하고 향후 저수율 및 관개가능일수를 예측하여 적절한 가뭄대책 수립을 위한 기초자료를 제공하게 된다. 연구개발된 저수관리시스템은 저수위 자동수집 네트워크와 전국 기상자료 수집네트워크 및 농진공 본사 컴퓨터시스템의 3개 기본 시스템이 필요하다. 이중 전국 기상자료수집 네트워크는 기상청과 계속 협의중에 있으며, 본사 컴퓨터시스템은 이미 구축된 상태이다. 그러나 저수위 자동수집 네트워크 구축은 전국 농조관할 2,900여 개소중 군단위 2개소씩 전국 252개소만을 대상으로 할 경우에도 사업비가 약 254백만원이 소요되므로 예산확보에 어려움이 있으며, 또한 일시에 구축하는 것보다 예산과 기술 및 문제점 등을 보완해 가면서 단계별로 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단되어 본 시범사업을 시행하게 되었던 것이다.

따라서 본문에서는 저수위 자동수집 전국네트워크 구축을 위한 시범사업으로서 시범지구 선정, 시스템의 구축, 시스템 운영 및 적용 그리고 향후 확장계획 등을 중심으로 소개하였다.

2. 대상 저수지 선정

앞서 언급한 바와 같이 실시간 저수위 자료수집 시스템을 전국적인 네트워크로 구축하기 위해서는 우선 한 두개 저수지에 대한 시범사업을 시행하는 것이 바람직하다. 이렇게 하므로써 수위계 성능과 통신방법 등을 검토하여 기계적인 문제점과 시스템 운영에 사용되는 각종 S/W의 문제점을 사전에 파악할 수 있으며 이를 기초로 향후 전국 저수지를 대상으로 저수관리 시스템 구축시 완전한 시스템의 구축이 가능하기 때문이다.

실시간 저수위 자료수집 시범 대상 저수지는 농어촌진흥공사 본사와의 거리와 전원시설 등이 고려되어야 한다. 본사와의 거리는 한국통신의 전용회선을 사용하기 때문에 월 사용료에 영향을 미치고, 취수탑까지의 전원시설 설치 유무는 설치비용에 영향을 미치기 때문이다. 이러한 조건을 염두에 두고 <표-1>과 같이 경기도 일원 4개 저수지를 담

사한 결과 경기도 안성군 기호 농지 개량조합 관내 용설저수지가 선정되었다. 반월 저수지는 취수탑 및 수위계는 있으나 전원시설이 없고, 용설, 장계, 덕산 저수지는 취수탑, 수위계 및 전원시설은 있으나 거리가 먼 것이 단점이다. 그러나 용설, 장계, 덕산 저수지에는 집중 용수관리 조직 연구(서울대 농업개발 연구소, 1990)의 일환으로 TM 시설이 설치되어 운영하고 있어 본 시범사업의 초음파 수위계와 비교할 수 있는 장점이 있을 뿐더러 용설 저수지의 경우 그중 규모가 커서 저수위 변동의 대표치를 구할 수 있는 장점도 있기 때문이다.

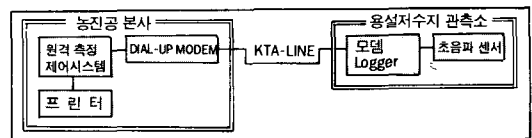
<표-1> 대상 저수지 현황

저수지명 구분	용 설	장 계	덕 산	반 월
위 치	안성군 이죽면	안성군 이죽면	안성군 삼죽면	화성군 반월면
유역면적(ha)	790	225	485	1,220
관개면적(ha)	394	112	65	402
취수탑	유	유	유	유
· 전원시설	유	유	유	무
· 수 위 계	유	유	유	유
거 리(km)	55	55	55	8

3. 시스템 구축

3.1 시스템 구성

시범지구의 실시간 저수위 자료수집 네트워크는 <그림-2>에서 보는바와 같이 저수지의 수위관측소와 자료전송을 위한 통신선로 및 자료수집과 전송제어를 위한 농어촌진흥공사 조사설계처의 컴퓨터 시스템으로 구성된다. 여기서 다시 저수지 수위관측소의 경우는 수위계와 수위측정 전송장치 모뎀으로 구성된다. 통신선로는 한국통신의 전용회선으로 수위관측소와 본사 조사설계처 PC와 연결



<그림-2> 시범지구 시스템 구성도

하여 항시 자료의 통신이 가능하도록 구성하였다.

3.2 설치기기의 종류

가. 수위 측정장치

저수관리 시스템을 위한 저수지 수위측정 장치로는 <그림-3>과 같은 초음파 수위계가 선정되었다(농어촌진흥공사, 1993). 이 초음파 수위계는 수위의 원격 측정이 가능하고 비교적 저렴한 공사비로 설치할 수 있는 이점이 있어 채택되었으며, <그림-4>는 본 시범사업지구 용설저수지 취수탑에 설치된 초음파 수위계로서 제원은 다음과 같다.

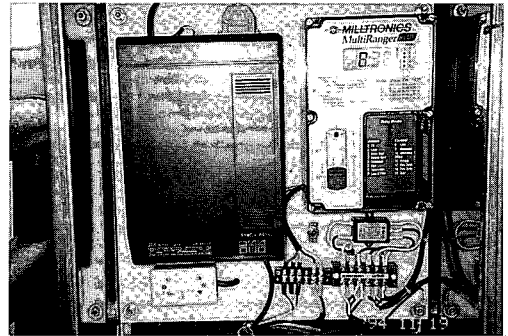
- 센서 Type : 초음파 센서
- 주파수 : 41.5KHZ
- BEAM 각도 : 5°
- 측정거리 : 0.3~15m
- 사용온도 : -40~60℃
- 정밀도 : 0.25% FS

나. 자료수집 및 전송장치

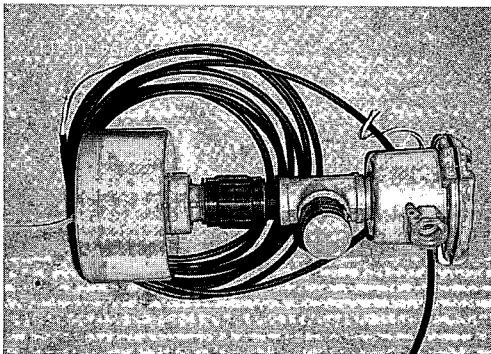
시범사업에 사용된 모델은 <그림-5>와 같이 현

장에 설치된 Logger에 의해 초음파 센서에서 측정된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고 저장된 자료를 전송하는 기능을 갖는다.

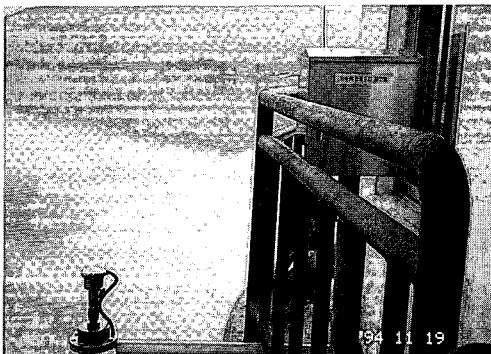
자료전송 방법은 전체 시스템의 수행능력에 영향을 미치는 주요인자로서 여기에는 Cable, 공중전화선, Micro-wave 및 통신위성을 사용하는 방법이 있으며, 본 시범사업에서는 공중전화회선의 장·단점을 검토하여 Data의 오류가 발생하지 않는 전용회선을 사용하였다.



<그림-5> 모델 및 신호변화기



<그림-3> 초음파 수위계



<그림-4> 초음파 수위계 설치후 전경

다. 주제어 장치

주제어 장치의 역할은 자료수집 및 전송장치에서 전송된 자료를 받아 저장, 관리하는 것이며 여기에는 S/W가 필요하며, 그 주요기능은 아래와 같다.

- ① 저수지의 현재 수위 및 저수율 표시기능
- ② 이전 데이터 검색기능
- ③ 최근 1개월간의 데이터 저장기능
- ④ 최근 1개월간 수위변동 그래픽 처리기능
- ⑤ 데이터 출력기능(매일 09:00시에 전일 데이터를 통계처리하여 출력)

또한 현장에 설치된 Logger에서도 농진공 본사의 저수관리 전용 PC의 이용도를 높이기 위해 최소한 7일이상 데이터의 저장이 가능하도록 S/W가 개발되어 있다.

3.3 공사비

금회 시범사업지구 1개소에 대한 공사비를 산출한 결과 <표-2>에서 보는 바와 같이 12,006천원이며, 이중 재료비가 6,689천원으로 56%에 해당된

다. 특히 초음파수위계 값은 3,465천원으로 전체 재료비의 52%를 차지하여 이 값을 낮추는 것이 사업비를 절감할 수 있는 방안이 될 것으로 사료된다.

<표-2> 공사비 내역 (금액 단위 : 천원)

계	설치 및 재료비	경비 및 기타	S/ W개발비	비 고
12,006	7,673	1,917	1,630	전화사용료 767천원 포함

4. 시스템 운영 및 적용

4.1 하드웨어 요구사항

- ① Main Memory : 4MB 이상
- ② 하드디스크 용량 : 50MB 이상
- ③ Display Controller : VGA Color
- ④ Monitor : Super VGA Color Monitor
- ⑤ RS-232C Port : 1개 이상(port-0 사용)

4.2 시스템 운영

시스템 조작은 전산에 익숙하지 않을 경우에도 손쉽게 운영할 수 있도록 메뉴화 하였으며 모든 프로그램은 주프로그램을 실행한 다음 주 메뉴에서 필요한 프로그램을 선택하므로써 수행할 수 있도록 계획되었다.

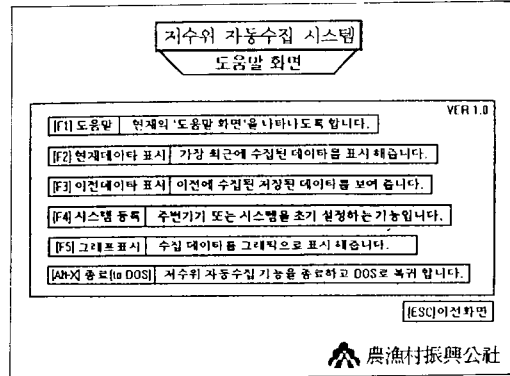
가. 주프로그램

주프로그램을 실행하면 <그림-6>과 같은 주메

뉴 화면이 나타난다. 그리고 주메뉴화면에서 원하는 항목을 선택하면 작업을 수행할 수 있다.

나. 도움말

주메뉴화면에서 도움말 프로그램을 실행하면 <그림-7>과 같이 주메뉴에 대한 각 기능별로 설명이 되어 있다.



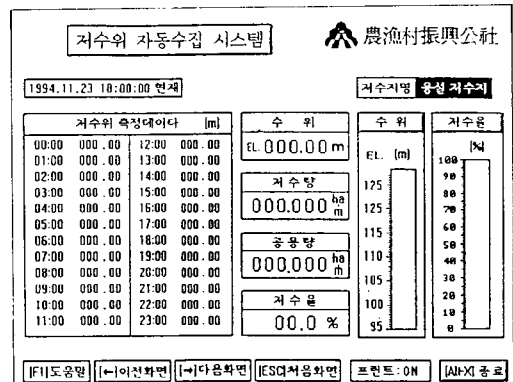
<그림-7> 도움말 화면

다. 현재 데이터의 표시

현재 데이터 표시 프로그램(F2)을 실행하면 <그림-8>과 같이 개별 저수지의 현재 수위와 저수량 및 저수율이 숫자 및 그림으로 표시되며, 현재 시각 이전의 당일 관측 수위도 시간별로 표시된다. 또한 이 프로그램을 실행하면 10개의 개별 저수지의 수위, 저수량 및 저수율에 대한 종합 데이터가 한 화면으로 표시되도록 하였으며, 그 예는 <그림-9>와 같다.



<그림-6> 주 메뉴 화면



<그림-8> 개별저수지 현재 데이터 표시 화면

저수위 자동수집 시스템 農漁村振興公社

1994. 11. 21 08:00:00 현재 종합 데이터

저수지명	수위 [m]	저수량 [㎥]	공용량 [㎥]	저수율 [%]	만수위 [m]	총저수량 [㎥]
용산저수지	000.00	000.000	000.000	00.0	113.00	298.907
#2 저수지
#3 저수지
#4 저수지
#5 저수지
#6 저수지
#7 저수지
#8 저수지
#9 저수지
#10 저수지

[F1] 도움말 [←] 이전화면 [→] 다음화면 [ESC] 적용화면 프린트: ON [채지종로]

〈그림-9〉 종합 데이터 표시화면

라. 이전 데이터 검색

이전 데이터 검색 프로그램을 실행하고 원하는 저수지를 입력하면 저수지에 대한 현재일 이전 30일까지 수위자료를 검색할 수 있다. 〈그림-10〉과 같이 1일 24시간 자료로 표시되며 이를 반복하여 수행하면 된다.

저수위 자동수집 시스템 農漁村振興公社

데이터검색 기준일: . . . 저수지명: 저수지

속정시각	수위 [m]	저수량 [㎥]	저수율 [%]	속정시각	수위 [m]	저수량 [㎥]	저수율 [%]
00:00	000.00	000.000	00.0	12:00	000.00	000.000	00.0
01:00	000.00	000.000	00.0	13:00	000.00	000.000	00.0
02:00	000.00	000.000	00.0	14:00	000.00	000.000	00.0
03:00	000.00	000.000	00.0	15:00	000.00	000.000	00.0
04:00	000.00	000.000	00.0	16:00	000.00	000.000	00.0
05:00	000.00	000.000	00.0	17:00	000.00	000.000	00.0
06:00	000.00	000.000	00.0	18:00	000.00	000.000	00.0
07:00	000.00	000.000	00.0	19:00	000.00	000.000	00.0
08:00	000.00	000.000	00.0	20:00	000.00	000.000	00.0
09:00	000.00	000.000	00.0	21:00	000.00	000.000	00.0
10:00	000.00	000.000	00.0	22:00	000.00	000.000	00.0
11:00	000.00	000.000	00.0	23:00	000.00	000.000	00.0

[F1] 도움말 [←] 이전화면 [→] 다음화면 [ESC] 적용화면 [F5] 저수지선택

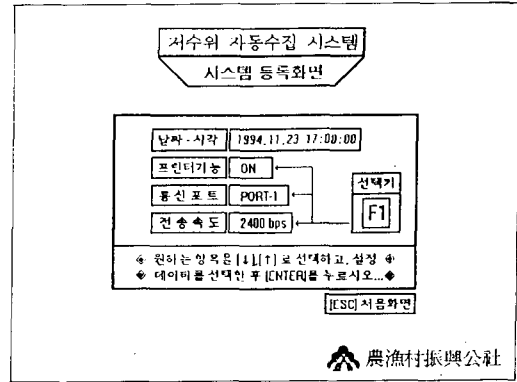
〈그림-10〉 이전 데이터 검색화면

마. 시스템 등록

시스템등록 프로그램을 실행하면 〈그림-11〉과 같이 화면이 표시되고 원하는 항목을 선택하여 수정 또는 추가항목을 등록하게 되어 있다.

그리고 각 항목의 기능을 설명하면 다음과 같다.

- 날짜 및 시각 입력 : 컴퓨터 시각을 수정한다.
- 프린터 기능
 - ON : 매일 09:00를 기준으로 이전 24시간의 수집된 데이터를 〈그림-13〉과 같이 출력한다.



〈그림-11〉 시스템 등록화면

-OFF : 프린터 출력 기능을 취소한다.

○ 통신포트

- PORT-1 : 통신포트를 PORT-1으로 선택한다.
- PORT-2 : 통신포트를 PORT-2으로 선택한다.

○ 전송속도

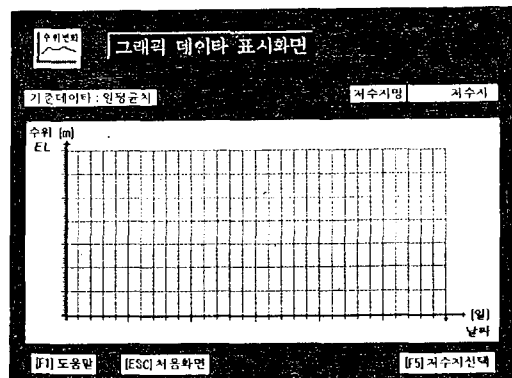
- 2400bps : 데이터 송수신 속도를 2,400bps로 한다.

바. 그래프 표시

그래프 표시 프로그램을 실행하고 원하는 저수지를 입력하면 저수지에 대한 현재일 이전 30일까지 일 평균 수위로 하여 그래프로 표시되며 〈그림-12〉와 같이 보여준다.

사. 데이터 프린트

시스템 등록 프로그램에 출력시각이 입력되어



〈그림-12〉 그래픽 데이터 표시화면

매일 09:00부터 23:00까지 수집된 데이터를 <그림-13>과 같이 저수위, 저수량, 저수율이 출력되고 또한 1일의 최대치, 최소치 및 평균치도 함께 출력한다.

날짜 : 1994. 11. 22 저수지명 : 용설저수지

관측시간	저수위(m)	저수량(ha.m)	관용량(ha.m)	저수율(%)
09:00	113.87	113.85	113.85	-0.02
10:00	114.23	114.24	114.24	+0.01
10:15	114.23	114.24	114.24	+0.01
10:30	115.66	115.66	115.66	-
10:45	116.56	116.56	116.56	-
11:00	115.76	115.76	115.76	-
11:15	114.25	114.24	114.24	-0.01
11:30	113.80	113.82	113.82	+0.02
최대값	116.56	116.56	116.56	
최소값	113.80	113.82	113.82	
평균값				

<그림-13> 저수위 자동수집 데이터

4.3 시스템 적용

저수지 실시간 수위자료 수집시스템의 적용성을 검토하기 위하여 경기도 안성군 기호농지개발조합 관내 용설저수지에서 현장 적용시험을 하였다.

<그림-3>과 같이 용설저수지 취수탑에 초음파 수위계를 설치하였고 여기서 측정된 수위는 <그림-5>의 모델을 통해 한국통신 전용회선으로 실시간 농진공 본사로 전송된다.

초음파 수위계 성능시험은 설치전과 설치후로 구분하여 설치전의 시험은 벽체에 거리를 Steel tape로 측정한 거리와 초음파 수위계에 의한 거리를 비교하는 것이다. 설치후는 Logger에 의해 모델을 통한 전송된 수위와 현장에서 <그림-14>와 같이 Bar check 판을 이용하여 7회에 걸쳐 측정하였으며 그 결과는 <표-3>에서 보는 바와 같이 약간의 차이는 있으나 이는 「바-체크」 판의 수평도에 기인된 것으로 생각되고 수위계의 성능은 양호하였다.

또한 집중용수관리조직 연구(서울대 농업개발연구소, 1990)의 일환으로 TM시설이 설치되어 운영하고 있는 수위계와 시범사업의 초음파 수위계와의 성능을 비교할 계획이었으나 기설치된 TM이 작동이 안되어 비교할 수 없었다.

그리고 자료의 송수신중 데이터의 오류나 고장

<표-3> 수위계 검정 결과

일 시	전송수위	검측수위	증 감	비 고
'94. 11. 19				
10:00	113.87 m	113.85 m	-0.02	
10:15	114.23 m	114.24 m	+0.01	
10:30	115.66 m	115.66 m	-	
10:45	116.56 m	116.56 m	-	
11:00	115.76 m	115.76 m	-	
11:15	114.25 m	114.24 m	-0.01	
11:30	113.80 m	113.82 m	+0.02	

같은 것은 발생하지 않았으며 개발된 프로그램으로 운영한 결과 저수위 자료수집과 출력등이 원활하게 운영되었다.

5. 향후 시스템 확장 계획

향후 저수지 실시간 자료수집 네트워크 구축방안으로는 3단계로 나누어 1단계는 도별 2개씩 16개 저수지, 2단계는 군별 1개씩 126개 저수지, 3단계는 군별 2개씩으로 계획하여 총 252개 저수지에 대하여 네트워크를 구축하는 방안이 고려중에 있다.

또한 저수관리시스템의 운영 역시 추진 단계에 따라 1단계는 네트워크 구축 저수지가 도별 2개씩 16개로서 저수지 수가 그리 많지 않으므로 본사에서 직접 자료를 전송받는 시스템으로 운영하고, 2단계부터는 중간에 측정 수위자료를 임시로 보관하고 제어할 수 있는 터미날이 필요하므로 농진공 8개지사를 활용하도록 하는 방안을 고려중에 있으며 시스템을 운영하기 위한 S/W는 RDBMS인 ORACLE이 채택되었다.

한편 실시간 저수위 자료수집 시스템을 구축하는 데 있어 계획 수립에서부터 조사, 설계, 시공까지의 개략사업비는 <표-4>에서 보는 바와 같이 약 4,254백만원이고, 단계별로는 1단계 275백만원, 2단계 2,037백만원, 3단계 1,942백만원이 소요될 것으로 추정된다.

결론적으로 올해와 같은 가뭄에 대비하여 항구적인 가뭄대책의 일환으로 본 저수위 실시간 자료수집 시스템의 1단계 사업이라도 조속히 착수되어야 할 것이다. 1단계 사업만이라도 완료되면 전국

<표 4> 저수위 실시간 자동수집 시스템 사업비 추정

항 목	단 가 (천원)	1단계 (백만원)		2단계 (백만원)		3단계 (백만원)		총 계 (백만원)
		원수	금액	원수	금액	원수	금액	
총 계			275		2,037		1,942	4,254
인 건 비	30,000	3	90	18	540	18	540	1,170
조 사 비			21		148		148	317
차 량	55	64	4	472	26	472	26	56
측 부	24	32	1	236	6	236	6	13
여비교통비	34	464	16	3,422	116	3,422	116	248
공 사 비			164		1,349		1,254	2,767
수 위 계	3,465	16	55	118	409	118	409	873
주변기기 (모뎀등)	3,892	16	62	118	459	118	459	980
설 치 비	1,122	16	18	118	132	118	132	282
경비 및 기타	1,297	16	21	118	153	118	153	327
전원 장치	500	16	8	118	59	118	59	126
부대시설비	350	-	-	71	25	-	42	67
소 계			164		1,237		1,254	2,655
컴퓨터, 주변 기기	4,950	-	-	8	40	-	-	40
S/ W	40,000	-	-	1	40	-	-	40
전원 장치	2,000	-	-	8	16	-	-	16
설치 및 시험	2,000	-	-	8	16	-	-	16
조 정								
소 계					112			112

적인 가뭄관리에 필요한 정도의 저수위 자료의 수집에는 별지장이 없을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 농어촌진흥공사, 1993, 1994. 저수관리 시스템 개발, 농림수산부.
2. 서울대학교 농업개발연구소, 1990. 집중 용수관리 조직 연구, 농림수산부. 농어촌진흥공사.

약 력

김 현 영



1973. 서울대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1982. 강원대학교 대학원 농학석사
 1988. 서울대학교 대학원 농학박사
 1993. 토목기술사(수자원 개발)
 현재 농어촌진흥공사 조사설계처 기술지원부장
 KCID 비구조홍수관리 분과위원장 / 편집 및 학술분과위원
 ICID 비구조홍수관리 분과위원

윤 인 택



1975. 인하대학교 공과대학 토목공학과 졸업
 현재 농어촌진흥공사 안동시지부장
 KCID 비구조 홍수관리분과위원

최 용 선



1984. 전북대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1988. 전북대학교 대학원 농학석사
 현재 농어촌진흥공사 조사설계처

오 수 훈



1984. 강원대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1986. 서울대학교 대학원 농학석사
 현재 농어촌진흥공사 조사설계처