

# 관개지구내 농업용수 손실의 유형분석

○주 옥 중\* · 김 진 택\*

## 1. 서론

### 1.1 연구의 필요성

우리나라의 농업용수의 사용은 경지면적의 감소에도 불구하고 증가하고 있다. 99년도 농림부에서 확정한 농업·농촌용수 종합이용계획에 의하면 농촌지역의 용수 수요량은 97년 172억m<sup>3</sup>에서 2011년 179억m<sup>3</sup>으로 7억m<sup>3</sup>이 늘어나는 것으로 나타났다. 이렇게 물 수요가 늘어나는 이유로는 첫째, 수리시설의 노후로 관리손실량이 과다하게 발생하고 아직도 용수로의 60%가 토공수로로서 수로손실량이 많기 때문이며 둘째, 영농작업의 기계화와 영농방식의 변화, 발작물에서의 용수공급 요구 등 영농환경의 변화때문이며 셋째, 생활수준 향상 때문이다.

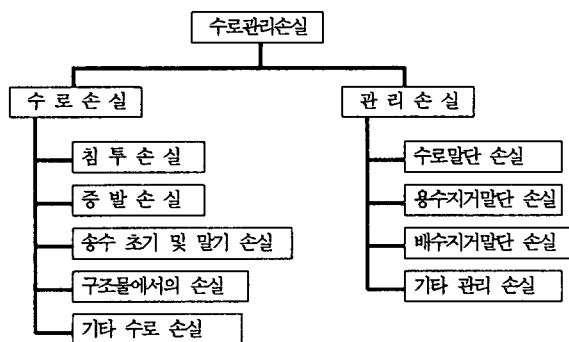
그러나 2001년에 건교부에서 발표된 수자원장기종합계획 2011년에는 우리나라가 물부족국가가 된다. 농업용수는 전체 용수수요량의 50%의 가장 많은 양을 사용하고 있다. 이런 상황에서 농업용수를 얼마나 절약할 수 있는지는 매우 중요한 일이다. 수로에서의 손실량 및 관리손실량은 물절약을 위해서 가장 중요한 항목중에 하나이다. 그러나 그 손실량이 많을 것이라고 추정할 뿐 정량적으로 추정하기에는 자료가 미비한 상황이다. 현재 설계기준으로는 수로손실을 15%, 관리손실을 11% 적용하여 용수손실율을 26%정도로 추정하고 있으나 관련자료가 미흡하다.

그러므로 농업용수의 효율적인 관리 및 절약을 위해서는 수로손실 및 관리손실에 대해 유형별 손실량을 분석하고 손실 유형별 저감대책 수립 및 제시가 필요하게 되었다.

### 1.2 연구의 목적

- ◎ 관개구역내 농업용수 손실의 유형 분류
- ◎ 수로 송수손실 및 관리손실의 유형별 손실량 산정·측정
- ◎ 농업용수 손실의 유형별 분석

## 2. 농업용수 손실의 유형분류 및 측정방법



<그림 1> 손실의 유형 분류

### 2.1 수로관리손실 구분

용수로 및 포장에서의 수로관리손실을 측정하고 그 원인별 정량적 분석을 하기 위해서는 수로관리손실을 구분하는 것이 필요하다. 원인에 근거하여 수로관리손실을 나눔으로써 그 원인별 실험방법을 나올 수 있으며 이 실험방법에 의하여 손실량 값을 정량적으로 구할 수 있다.

본 연구에서는 수로관리손실을 <그림 1>과 같이 수로손실과 관리손실로 구분하였다.

\* 농업기반공사 농어촌연구원 물관리연구실

## 2.2 유량 측정방법

수로손실은 수로에서의 손실량 전체를 측정하는 것으로 측정수로구간에 대해서 유입·유출법(Inflow-outflow method)를 사용하여 구하였다. 유량측정은 수로구간에서 유속계 및 수위계를 이용하여 측정하였다.

### 1) 유속계에 의한 유량 측정

유속계에 의한 유량의결정은 하천의 흐름단면을 여러개의 소단면으로 분할하고 각 소단면의 유량을 구한 후 이들을 합하여 결정한다. 각 소단면의 유량은 각 소단면의 면적과 평균유속의 곱으로 주어진다. 소단면의 유속과 면적의 곱을 얻는 과정에 따라 중간단면, 평균단면, 수심-유속적분 및 등속선방법이 있다. 본 연구에서는 평균단면방법에 의하여 유량을 결정하였다.

### 2) 수위계에 의한 유량 측정

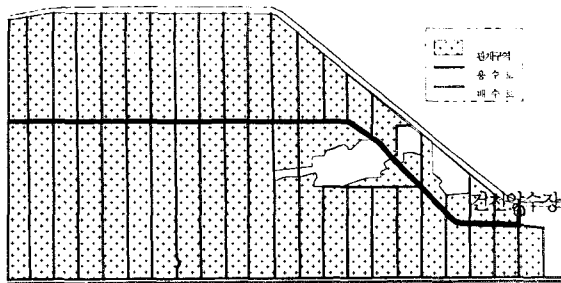
수위계에 의한 유량측정은 연속적인 유량측정을 위한 것이다. 어떤 수로 단면에 자기식 수위계를 설치하여 수위를 기록하거나 목측에 의하여 수위를 기록하여 측정단면에서의 연속적인 수위자료를 얻는다. 또한, 측정단면에서 수위에 따른 유량의 변화를 측정하여 수위·유량곡선을 작성하여 측정단면에 흐르는 유량을 시간에 따라 측정할 수 있다. 본 연구에서는 대상 수로의 시점부, 말단부 그리고 중요지점에는 자기식 수위계를 설치하였으며 지거유입부나 간선의 중간지점에서는 목측에 의하여 수위를 측정하였다.

## 3. 대상지구

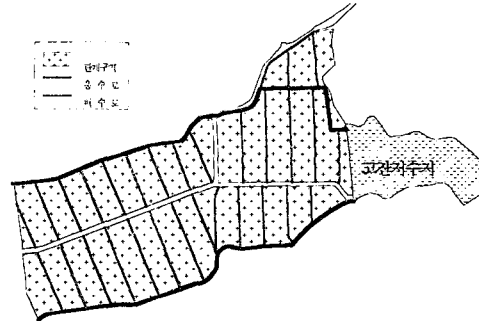
(표 1) 측정 대상지구

지구구분	지구명	용수로길이 (km)	관개면적 (ha)
양수장	건천양수장지구	2.43	200
저수지	고잔저수지지구	1.8	50
지선수로	방아지선지구	1.6	70
	제5-2호지선지구	3.01	157

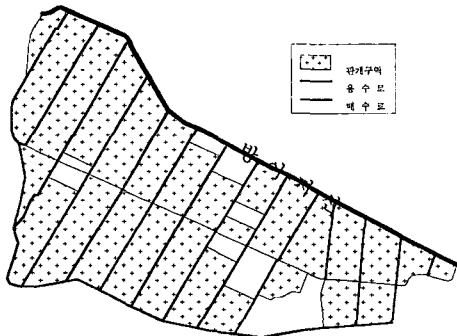
저수지 지구의 수로관리손실 측정을 위하여 경기도 평택시의 고잔저수지를 선정하였으며 양수장 지구의 수로관리손실 측정을 위하여 건천양수장을 선정하였다. 또한, 용수지선에서의 수로관리손실 측정을 위하여 이동지구에서 2개 지선수로를 선정하여 대상지구로 하였다. 선정된 대상지선은 방아지선과 제5-2호지선이 다.



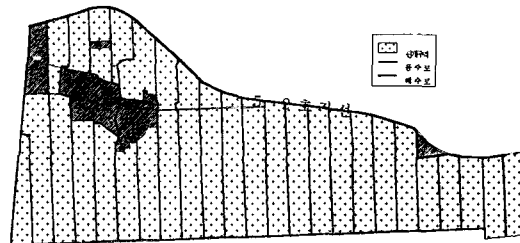
<그림 2> 건천양수장 지구



<그림 3> 고잔저수지 지구



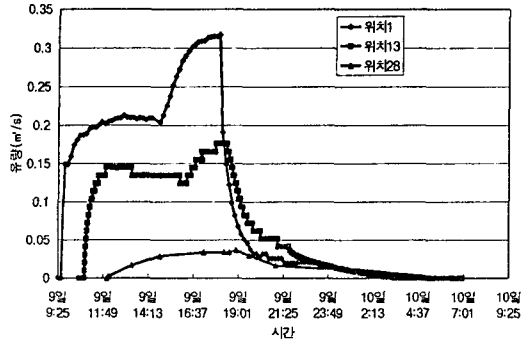
<그림 4> 방아지선 지구



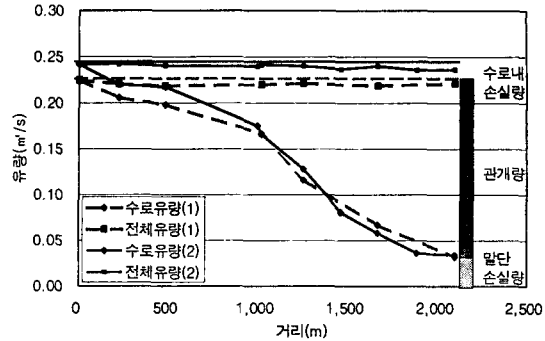
<그림 5> 5-2호 지선 지구

## 4. 결과

<그림 6>과 <그림 7>은 건천양수장 지구에서의 시점, 중간, 종점부분에서의 Hydrograph와 주 수로구간의 거리에 따른 유량을 나타낸 것이다.



<그림 6> 시점, 중간, 말단에서의 Hydrograph



<그림 7> 용수로내 거리에 따른 유량분포

### 4.1 수로손실

#### 1) 침투손실

각 수로별 침투손실량을 경험공식(E.A Moriz)을 사용하여 구하면 (표 2)와 같다.

(표 2) 침투손실량 산정 (단위 : m³/s)

지구명	침투손실량	수로손실량	침투손실율
건천	0.0092	0.0040	4 %
고잔		0.0337	
방아	0.0065	0.0860	3 %
5-2		0.0300	

E.A Moriz공식에 의하여 산정한 침투손실량은 통수량과 비교해서 4%, 3%의 매우 작은 양을 나타내었다.

수로에서의 손실은 침투에 의해서 많이 일어나는데 침투가 전체적으로 고르게 일어나는 것이 아니다. 용수로의 파손 및 일부구간의 수로의 특성(일부구간에서의 수로의 고도가 주변 지역에 비하여 상당히 높은 경우)등에 의해 집중적으로 일어나는 것으로 판단되었다.

#### 2) 증발손실

각 수로별 증발손실량을 인근기상대(수원) 자료를 이용하여 구하면 (표 3)와 같다.

(표 3) 증발손실량 산정 (단위 : m³/s)

지구명	수로손실량	증발손실량	증발손실율
건천	0.0040	0.00028	7.0%
고잔	0.0337	0.00008	0.2%
방아	0.0860	0.00022	0.3%
5-2	0.0300	0.00018	0.6%

건천양수장지구를 제외하고는 1%가 안되는 증발손실량을 보여주었으며 건천양수장지구의 경우는 수로손실량이 적어서 증발손실량이 차지하는 비율이 높게 나타났다.

#### 3) 송수 초기 및 말기 손실

건천양수장지구와 고잔저수지지구를 대상으로 송수 초기 및 말기 손실 측정을 위하여 1회 급수사상에 대하여 유량을 측정하였다. 송

수 초기 및 말기 손실율을 구하면 (표 4)와 같다.

(표 4) 송수 초기 및 말기 손실량 (단위 : m³, %)

지구	전체유량	수로손실율* (등류상태)	수로손실율** (전체용수량)	송수 초기 및 말기 손실율
건천	7,601	1.7	10.4	8.3
고잔	4,397	36.9	38.9	2.0

\* : 수로에서의 수위가 일정하게 유지된 상태에서의 손실율  
\*\* : 1회 급수사상 전체를 고려하였을 때 수로에서 손실된 손실율

송수 초기 및 말기 손실은 급수가 시작되면서 끝나는 시기에 초기 및 말기에 한 번씩 일어난다. 건천양수장 지구와 고잔저수지 지구의 경우 용수공급시간은 약 9시간 정도이다.

## 4.2 관리손실

### 1) 수로말단손실

수로의 말단이 바로 용수지거로 유입되는 경우도 있지만 배수로로 유입되어 손실을 일으키는 경우가 많은데 각 수로별로 수로의 말단에서의 손실량은 (표 5)와 같다.

(표 5) 수로말단 손실량 (단위 : m<sup>3</sup>/s)

지구명	공급량	관리손실량	말단손실량	말단손실율
건천	0.234	0.066	0.033	14.1%
고잔	0.091	0.033	0.001	1.1%
방아	0.192	0.057	0.005	2.6%
5-2	0.226	0.062	0.000	0.0%

용수로 말단의 손실은 건천양수장지구에서 14.1%로 가장 큰 값을 나타냈으며 다른 3개지구에서는 3%이하의 적은 값을 나타내었다. 건천양수장지구의 경우 다른 지구에 비하여 평야지대이고 용수지거로의 유입되는 분수공이 수로바닥보다 높게 설치되어 있어 지거로 유입되지 않고 말단까지 흘러가는 용수량이 많은 것으로 판단된다.

### 2) 용수지거·배수지거 말단손실

용수지거로 유입된 용수가 중간에 논으로 유입되지 않고 배수로까지 그대로 흘러서 일어나는 용수지거 말단손실과 논으로 유입된 용수가 바로 배수로로 바로 흘러들어 일어나는 배수지거 말단손실을 각 지구별로 정리하면 (표 6)와 같다. 건천양수장지고와 고잔저수지 지구는 급수를 시작한지 4~6시간이 흘렀을 때 측정된 것이고, 방아저수지구 및 5-2호저수지구의 경우 81~115시간이 흐른 후에 측정된 것이다.

(표 6) 용·배수지거 말단 손실 (단위 : m<sup>3</sup>/s, %)

지구명	공급량	관리손실량	용수지거말단		배수지거말단	
			손실량	손실율	손실량	손실율
건천	0.234	0.066	0.018	7.7%	0.015	6.3%
고잔	0.091	0.033	0.021	23.3%	0.011	11.8%
방아	0.192	0.057	0.005	2.4%	0.048	24.8%
5-2	0.226	0.062	0.002	0.9%	0.060	26.5%

용수지거 및 배수지거 말단에서의 손실은 뒷부분의 용·배수지거에서보다 앞부분의 용·배수지거에서의 손실이 많았다. 그러나 물이 충분하기 때문에 용수지거에서 손실이 일어나는 것이 아니라 용수지거로 유입되는 양의 배분이 잘못 되어 있기 때문에 그러한 것으로 뒷부분의 용수지거에서는 물이 모자라는 경우가 많았다.

## 5. 결론

- 수로관리손실 측정을 위한 4개지구에서 수로관리손실은 30% ~ 75%로 그 양의 차이가 많았으며 또한 많은 용수가 손실되고 있었다. 수로손실은 2%~45%까지 그 차이가 컸으며 관리손실은 25%~40%였다.
- 침투손실과 증발손실을 산정해 본 결과 수로손실량에서 차지하는 비율은 10%이하였다.
- 용수공급을 하루 하였을 경우 송수 초기 및 말기손실량은 전체공급유량에 대하여 건천양수장지구에서는 8.3%, 고잔저수지구에서는 2.0%로 나타났다.
- 구조물에서의 손실은 구조물이 파손에 의하여 일어나며 그 손실량이 수로손실량에서 차지하는 비율은 컸다. (방아지선 : 85%, 용덕간선 : 56.7%)
- 수로말단에서의손실량은 대부분 하류지역에서 재이용되고 있으며 건천양수장지구의 경우 전체 공급량에 대해 14.1%의 용수가 손실되고 있었으며 나머지 3개지구는 3%이하였다.
- 용수지거·배수지거 말단손실은 용수공급기간이 경과함에 따라 용수지거말단보다는 배수지거말단에서의 손실이 늘어났으며 수로를 기준으로 앞부분의 용·배수지거에서 많은 손실이 일어나고 있었으며 뒷부분에서는 용수가 모자라 배수로에서 다시 양수하여 용수를 공급하는 경우가 많았다.

## 6. 참고문헌

1. 박상현, 김시원. 1981. 흙수로에서 삼투손실에 관한 연구. 한국농공학회지 V.23 No.3
2. 구자용 외 3인. 1982. 관개용수로의 수로손실을 산정에 관한 연구. 한국농공학회지 V.24 No.2
3. 주석훈. 1985. 토공수로의 도수손실 및 통수능에 관한 현장조사분석. 서울대학교 석사학위논문

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 : 1-5-1)에 의해 수행되었습니다.