

# 흙水路內에서의 用水損失에 關한 研究

## Research on the Loss of Irrigation Water Flowing in the Earth Channel

金 哲 會,\* 鄭 夏 禹,\*\* 劉 漢 烈,\*  
Chul Hoi Kim, Ha Woo Chung, Han Yeol Ryu

### Summary

#### 1. Title of Research

Research on the Loss of Irrigation Water Flowing in Earth Channel.

#### 2. Purpose and Importance of Research

The purpose of this research is to obtain the accurate loss rates of irrigation water flowing in earth channels so as to give a criterion of designing rational and effective supply project of irrigation water.

It is the present status that the loss rates of 10 to 20% are obscurely applied without any scientific proof. Therefore, the importance of this research lies in securing loss rates, which are experimentally proved to be suitable for specific local conditions.

#### 3. Content and Scope of Research

The selected test reach of the main channel is 1,000 m long. Discharges were measured at up- and downstream ends by using current meter.

The test reach of the lateral channel is 500 m long, and parshall flumes were set at both ends to measure inflow and outflow. Finally, for the supply ditch, the test section is 200 m long, and sharp-edged rectangular weirs were provided at both ends to measure inflow and outflow.

In addition, various factors having influence on

the loss of irrigation water in channel were examined.

#### 4. Results of Research and Proposition

##### Results :

1. In the main channel, which is 1,000 M long, and has a slope of 1/3,000 and was constructed by cutting earth, its loss rate is 9.64%.

2. In the lateral, which has a slope of 1/1,500, and is 500 m long, and was constructed by cutting, its loss rate is 15.55%. Its average seepage rate is 2.08 cm/day.

3. In the supply ditch, which has a slope of 1/300, and is 200 m long, and was constructed by filling earth, its loss rate is 12.34%, its average seepage rate being 3.37 cm/day.

##### Proposition :

As could be seen in the results above-mentioned, it is contradictory to apply a loss rate of 20% for every main channels and 15% for every laterals without variation, as done so for in planning irrigation project. The fact, however, is that loss rates must be different according to localities and characteristics.

Due to the fact that this experiment is small in its scope and is nothing but a preliminary one, it is hardly possible to draw decisive conclusions with the results obtained in this research. Loss rates, that are secured through more extensive research, should be used, in order to establish precise irrigation project. Moreover, such researches should be carried out for a number of localities throughout the nation.

\* 慶尙大學

\*\* 서울大學校農科大學

## I. 서 론

우리나라 관개용수로의 대부분은, 흙수로서 삼투, 증발량 등으로 인하여 많은 물이 손실되고 있는데 관개용수 계획을 세우는데 있어서 조용수량 결정에 필요한 여러 인자중 수로내에서의 손실수량을 정확히 추정하는 것이 중요하다.

현하 우리나라에서는 수로내에서의 손실수량에 대한 자료가 부족하기 때문에 통수량의 10~20%의 손실율을 취하여 왔으나 과학적인 근거가 없어서 합리적이고 효율적인 용수보급계획이 되지 못하고 있는 실정이어서 본 기초실험 연구의 중요성이 여기에 있는 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 용수로 내에서의 손실수량에 영향을 주는 여러 인자들, 즉 기상조건, 토성 삼투량, 수로의 특성, 유량 등을 측정하고 또는 조사 분석하여 국부적으로 수로손실율을 규명하려는 것이다.

그리하여 앞으로 이와같은 시험을 전국적으로 지역마다 실시할 경우에 대한 예비지식을 제공함과 동시에 정확한 관개계획수립에 도움이 되고자 한다.

## II. 연구사

우리 나라에서 적용하고 있는 기준치는 일반적으로 흙수로내에서는 10~20%<sup>2) 3) 4)</sup>의 수로 손실율을 가산하고 있을 뿐 정확한자료는 없는 실정이다.

일반적으로 손실량은 수로의 신구의 정도에 따라서도 다르지만 토질에 따라 크게 차이가 있다. 흙수로 연장 1km의 손실율의 조사 예는 다음과 같다.<sup>2)</sup>

흙수로 연장 1km 당의 손실율

통 수 량 (m <sup>3</sup> /sec)	다소불침투성 토 (%)	중용의 토질 (%)	다소침투성 토 (%)
0.3 이하	2.49	4.97	7.46
0.3~7.2	1.55	2.80	4.35
0.73~1.43	0.93	1.86	2.80

Etcheverry 의 실측치에 의하면 각종수로의 완성 후 5년 이내에서의 손실량의 실측결과는 다음과 같다.<sup>2)</sup>

수로내에서 손실수량이 있게 되는 원인을 대별하면 삼투와 증발이라고 한다.

증발 손실은 삼투손실의 1/20<sup>2) 3) 4)</sup> 이하 라고 하므로 이것을 무시할 수 있고 삼투손실에 영향을 주는

24시간당 주변 면적 1m<sup>2</sup>에 대한 손실량(m<sup>3</sup>)

토 성	손실 수 량
불투수성 점질 양토	0.076~0.106
중등점질양토(0.6~0.9m)하에 경토반있음	0.106~0.152
보통의 점질양토, 세토 화산회양토	0.152~0.229
역질식양토 사질식양토 용결한 모래 및 식토	0.229~0.305
모래질 양토	0.305~0.457
거치른 모래흙	0.457~0.609
역 질 "	0.609~0.762
거치른 역토	0.762~0.914

요소는 수로를 형성하는 토양의 성질, 지하수위, 표토와 심토의 배수 상태, 수온, 수로의 신구, 부유물과 침전물의 량, 유속, 수심등에 따라 다르다.

삼투량은 수직 수평(누수)의 두 가지로 구분되며 토양의 성질, 토층의 두께, 논 각필지의 고저차 또는 지형이나 지하수위에 따라서 매우 큰 차이가 생기니까 원칙적으로 실측하지 않고서는 그 정확한 값을 산정할 수 없는 것이지만 이 삼투량을 좌우하는 가장 큰 요소는 토질인 것이다.

논에서의 수직 삼투량치의 예를 들어보면 동일 토층이 50cm 이상이고 식부정지용수를 충분히 공급한 속담에서는 다음과 같다<sup>2) 3)</sup>.

토 질	수 직 삼 투 량
모 래 흙	6~3 mm/day
찰 흙	3~2 "
진 흙	2~1 "

두둑을 통하여 새어 나갈 횡적 삼투현상의 경우는 수직 삼투량의 3~7<sup>2) 3) 4)</sup>배에 달하나 구역 전체적으로 생각할 때에는 위 논에서의 삼투가 아래 논에서 이용되는 것이니까 전체적 비율은 2~5배 정도로 된다고 한다. 또 다른 수직 삼투량치를 들어보면 다음과 같다.

	모 래 흙	찰 흙	진 흙
1일 삼투량 (mm)	20~15	15~9	9~6

삼투량 계산식을 들면 다음과 같다<sup>2)</sup>.

### 1). E.A.Moritz 의 공식

$$S=0.06190\sqrt{Q/V}$$

식에서

S: 삼투손실 유량(m<sup>3</sup>/sec/km)

Q: 유량(m<sup>3</sup>/sec)

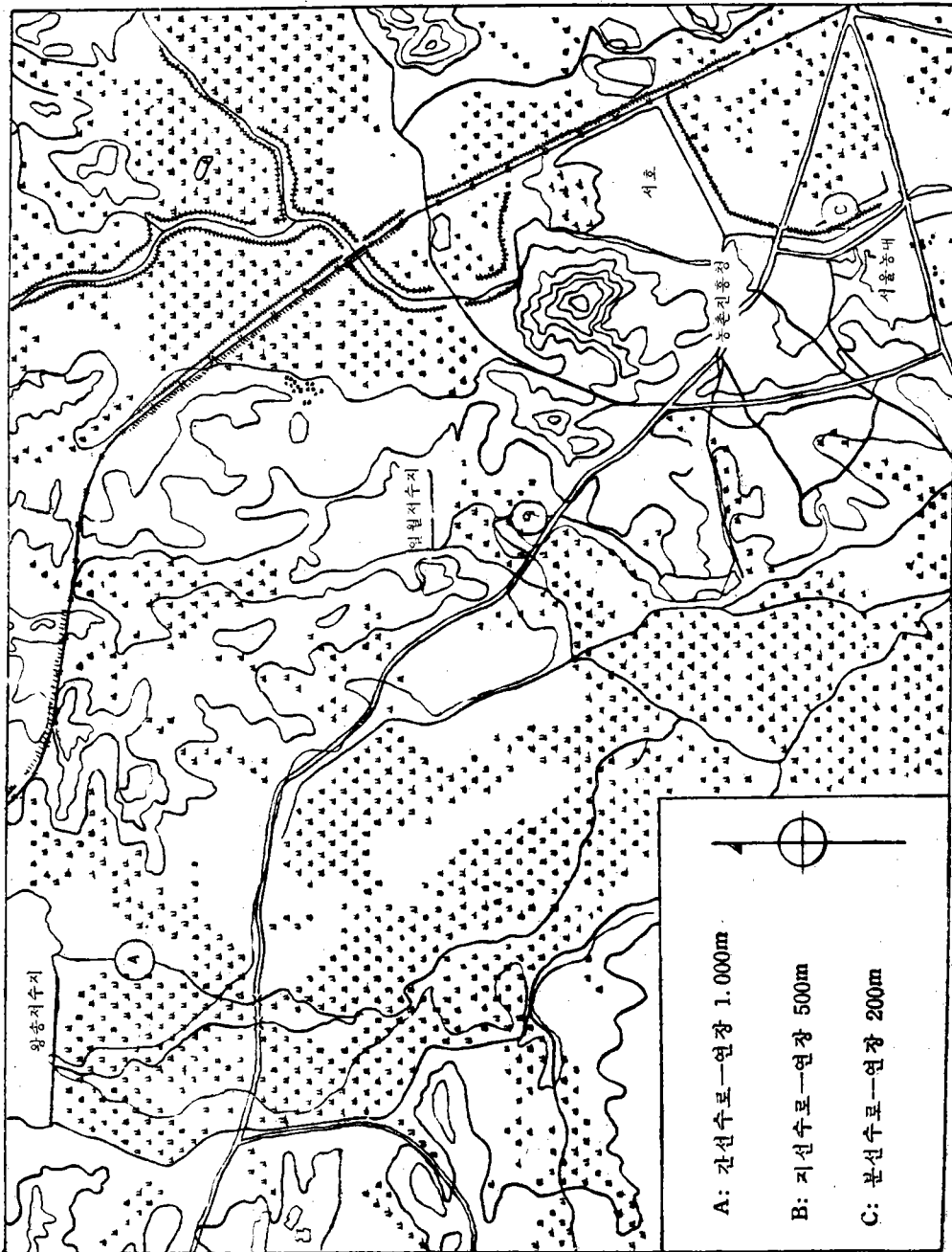


그림 1

V: 유속(m/sec)

C: 삼투손실계수(m/day/km)

C의 값

수로의 토성	C
모래질 양토에 자갈과 경토반이 시멘트된것	0.06
점토 점질양토	0.08
모래질 양토	0.12
화산 퇴토	0.13
약간 모래가 섞인 화산퇴토	0.19
모래와 화산회 또는 점토가 혼합된것	0.23
자갈이 섞인 모래질흙	0.32
모래 질흙 자갈섞인흙	0.42

2. T. Ingham의 공식<sup>2) 3) 6)</sup>

$$Q = C(\sqrt{H \cdot W} \cdot L)^{1.49}$$

식에서

Q: 삼투량(m<sup>3</sup>/sec)

C: 계수(보통 1.93)

H: 수심(m)

W: 수면폭(m)

L: 수로의 연장(m)

C의 값

수로의 토성	C
불 투수성 점토	0.69~0.96
지하 1~0.5m 지점에 반층이 있는 중등점토	0.96~1.38
사질양토 또는 화산회질 양토	1.38~1.52
자갈 또는 모래섞인 점질양토	1.52~2.76
모래질 양토	2.76~4.14
거친 모래 흙	4.14~5.51
자갈질 모래 흙	5.51~6.89
다공질 자갈 흙	6.89~8.27
자갈 많은 흙	8.27~16.54

수로내에서의 수두손실은<sup>1) 5) 8)</sup> 수로벽 면이나 바닥의 조도 수로단면의 변화 수로의 만폭 수로중의 여러 가지 시설 등에 따라 흐름이 흐트러져 발생한다. 이들 손실은 개개로서는 적은 양이나 수로조직 전체로서는 상당한 양에 달한다. 그 중에서도 수로에 생육하는 잡초목은 수분을 흡수할 뿐 아니라 삼투를 증가시키고 유속을 느리게 하여 더욱 많은 손실 수량을 가져 온다.

또한 동일한 수로에서도 많은 물이 흐를 때는 적은 양이 흐를 때보다 수두 손실 비율은 작아진다.

이러한 인자들은 직접 또는 간접으로 수로내에서

의 손실 수량과 관계가 있는 것이다.

III. 재료 및 측정 방법

이 실험에서는 3가지 수로를 선정하여 손실 수량을 측정하였는데 용수 이용이 용이하고 가급적 공작물이 적으며 수로가 경지보다 높게 위치하고 유입 유출이 적은 곳을 택하였다.

간선수로로는 왕송저수지 지구에 위치한 1,000 m 구간을 택하여 상·하류 지점에 있는 교량에서 유속계를 사용하여 유량을 측정하였으며 지선수로로는 일월저수지 지구에 위치한 500 m 구간을 잡아 파야샬 후름(Parshall flume)을 상하류에 설치하여 측정하였고 분선수로로는 수원 농과대학 농장 수로 200 m 구간을 택하여 웨어(Weir)를 써서 측정하였다.

(1) 측정 장치

간선수로로는 단면이 크고 유량도 많아서 유속계 측정법을 실시하였으며 분선수로에서는 유량이 적었으므로 웨어를 설치하였다.

이 실험에서 사용한 웨어는 장방향 예경 웨어로서 웨어 설치상 필요한 표준 조건<sup>18) 19)</sup>에 따랐으며 그 도면은 다음과 같다.

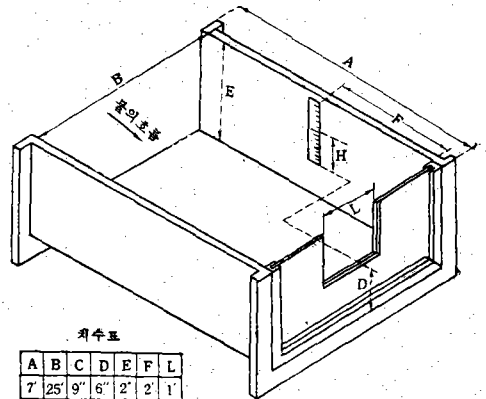


그림 2. 웨어측정 장치

지선수로에 설치한 파야샬 후름은 벤추리의 원리를 응용한 것으로서 각 부분의 치수는 다음 그림과 같다.

간선수로에서는 상, 하류 두 지점에서 유속계는 미국에서 많이 사용하는 Cup type price meter를 사용하였고 삼투량 측정기구는 Float식 삼투계를 사용하였다.

(2) 측정 방법 및 분석

① 간선 수로

유속 측정은 1절법의 단일치로 유속을 얻었으며

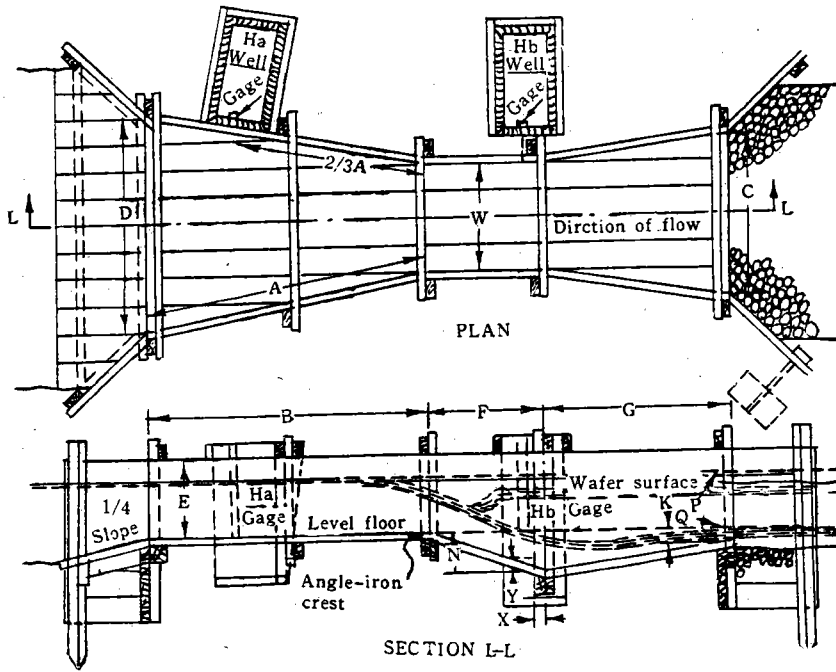
표 1. 유속계 측정 계산표

수로명 왕송저수지간선수로      측정자 오 병 환  
 측정기일 '71. 8. 20~30일      측정방법 1 점 법

관		측					계산							
관측회수	관측점	시커 ft	절리 ft	수심 ft	속심 ft	초수 sec	회전수 Rpm	유속 ft/sec			평균속	속	유속측선 단면적	유량 ft <sup>3</sup> /sec
								측점	단면	평균				
1	상	1.98	0	0	60	0	0	0.43	0.69	1.30	0.90	0.39		
		3.28	1.38	0.82	60	23	0.35	0.95	1.57	7.62	4.11	3.90		
		5.90	1.76	1.05	60	28	1.05	0.97	1.65	2.63	4.34	4.21		
		8.53	1.54	0.92	60	24	0.89	0.45	0.77	1.97	1.52	0.68		
	류	10.50	0	0	—	0	0	—	—	—	—	※9.18		
회	하	0.66	0	0	—	0	0	0.46	0.62	1.08	0.67	0.31		
		1.74	1.24	0.74	60	25	0.92	0.75	1.41	3.48	4.91	3.68		
		5.22	1.57	0.94	60	16	0.59	0.63	1.74	3.48	6.05	3.81		
		8.70	1.87	1.11	60	18	0.66	0.33	0.94	1.80	1.69	0.56		
	류	10.50	0	0	—	0	0	—	—	—	—	※8.36		
2	상	1.77	0	0	—	0	0	0.45	0.71	1.51	1.07	0.48		
		3.28	1.41	0.85	60	24	0.89	0.97	1.63	2.62	4.27	4.14		
		5.90	1.84	1.10	60	28	1.05	1.00	1.74	2.63	4.58	4.58		
		8.53	1.64	0.98	60	26	0.95	0.48	0.82	2.29	1.88	0.90		
	류	10.82	0	0	60	0	0	—	—	—	—	※10.10		
회	하	0.49	0	0	—	0	0	0.46	0.66	1.25	0.83	0.38		
		1.74	1.31	0.79	60	25	0.92	0.79	1.47	3.48	5.12	4.04		
		5.22	1.64	0.98	60	18	0.66	0.69	1.77	3.47	6.14	4.24		
		8.69	1.90	1.14	60	19	0.72	0.36	0.95	1.81	1.72	0.62		
	류	10.50	0	0	60	0	0	—	—	—	—	※9.28		
3	상	1.97	0	0	—	0	0	0.45	0.67	1.31	0.88	0.40		
		3.28	1.34	0.80	60	24	0.89	0.87	1.56	2.62	4.09	3.56		
		5.90	1.77	1.06	60	23	0.85	0.90	1.67	2.63	4.39	3.95		
		8.53	1.57	0.94	60	26	0.95	0.48	0.79	1.97	1.56	0.75		
	류	10.50	0	0	—	0	0	—	—	—	—	※8.66		
회	하	0.66	0	0	60	0	0	0.41	0.61	1.08	0.66	0.27		
		1.74	1.21	0.73	60	22	0.82	0.74	1.36	3.48	4.73	3.05		
		5.22	1.51	0.91	60	17	0.66	0.66	1.64	3.47	5.69	3.76		
		8.69	1.77	1.06	60	17	0.66	0.33	0.88	1.81	1.59	0.52		
	류	10.50	0	0	60	0	0	—	—	—	—	※8.05		
4	상	1.64	0	0	—	0	0	0.48	0.74	1.64	1.21	0.58		
		3.28	1.48	0.89	60	26	0.95	1.07	1.69	2.62	4.43	4.74		
		5.90	1.90	1.14	60	30	1.18	1.08	1.81	2.63	4.76	5.14		
		8.53	1.71	1.03	60	27	0.98	0.49	0.86	2.29	1.97	0.97		
	류	10.82	0	0	—	0	0	—	—	—	—	※11.43		
회	하	0.33	0	0	—	0	0	0.46	0.66	1.41	0.93	0.43		
		1.74	1.31	0.79	60	25	0.92	0.84	1.51	3.48	5.25	4.41		
		5.22	1.71	1.03	60	20	0.75	0.77	1.77	3.47	6.14	4.73		
		8.69	1.84	1.10	60	21	0.79	0.39	0.92	1.81	1.67	0.65		
	류	10.50	0	0	60	0	0	—	—	—	—	※10.22		

※ 표시는 소계임.

총손실율 9.64%



Dimension

Throat width W	Dimension indicated on figure												Free-flow capacity	
	A	2/3A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	Max.	Min.
1'	4' 6"	3' 0"	4' 4 1/8"	2' 0"	2' 9 1/4"	3' 0"	2'	3'	3'	9'	2'	3'	16.1	0.35

그림 3. 파아살후름 측정 장치

유속과 단위 시간당 회전수와의 관계는 미국 표준  
국에서 결정된 실험식을 적용하여 계산하였다.

사용한 평균유속 공식은 <sup>10) 18) 19) 21)</sup>

$$V = 2.14N + 0.03 \quad N < 1.00$$

$$V = 2.19N - 0.01 \quad N > 1.00$$

식에서

V: 유 속(ft/sec)

N: 회전수(rel/sec)

유량은 다음 식으로 계산하였다 <sup>2) 18)</sup>.

$$q_1 = \frac{V_1 + V_2}{2} \left( \frac{d_1 + d_2}{2} \right) \times L$$

여기서

L: 소구간의 폭

d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>: 소구간 양단의 수심

V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>: 소구간 양단의 평균유속(ft/sec)

② 지선수로

파아살 후름을 통하는 유량을 구하는 방법은 두  
가지 흐름의 상태에 따라 다른데 하나는 자유류 즉  
유출율이 감소되지 않을 정도로 하류수심이 얇은 경  
우의 흐름과 잠류 즉 하류 수면이 유출율을 감소시  
킬 정도로 후름 언정높이 이상으로 높을 경우인데  
자유류에서는 상류계이지의 독치(Ha)만이 유출량을  
결정하는데 필요하며 이의 결정은 다음의 기준에  
따른다 <sup>10) 18)</sup>.

인후부의 폭	Hb/Ha의 자유류한계
1~3 in	0.5
6~9 in	0.6
1~8 ft.	0.7
10~50 ft	0.8

따라서 유량공식은 사용한 후물의 인후부 폭이 1ft 이므로 다음 식으로 계산하였다<sup>19) 20)</sup>.

식에서

Q: 유량(sec-ft)

W: 인후부 폭(ft)

Ha: 상류 게이지 수심

$$Q = 4WHa^{1.522} W^{0.028}$$

표 2. 지선수로 측정 유량표

수로명 일월저수지 지선수로 측정장치 파 아 살 후 룬 측정자 김 철 회

관			측		계 산			
측정일자	날	씨	게이지수심 (Ha) (ft)		유 량 (ft/sec)			
			상 류	하 류	상 류	하 류	손 실 량	
8. 25	구	름	10.30	0.96	0.89	3.76	3.07	0.69
			13.00	0.79	0.70	2.80	2.33	0.47
8. 26	구	름	11.30	0.78	0.70	2.74	2.33	0.41
			13.30	0.78	0.68	2.74	2.23	0.51
8. 27	맑	음	11.00	0.70	0.64	2.33	2.03	0.30
			13.25	0.69	0.64	2.28	2.03	0.25
8. 28	맑	음	11.00	0.72	0.67	2.43	2.18	0.25
			13.00	0.72	0.65	2.43	2.08	0.35
8. 29	맑	음	10.25	0.56	0.51	1.66	1.44	0.22
			13.20	0.55	0.49	1.62	1.35	0.27
8. 30	맑	음	10.40	0.58	0.52	1.75	1.48	0.27
			12.30	0.58	0.53	1.75	1.52	0.23
8. 31	맑	음	10.30	0.74	0.67	2.53	2.18	0.35
			12.50	0.83	0.74	3.02	2.53	0.49

③ 분선수로

$$Q=33.3(L-0.2H)H^{3/2}$$

웨어로 측정한 수두 H의 값을 Francis 공식에 대입하여 계산하였다<sup>11) 18) 19)</sup>.

L: notch(Notch)의 길이(ft)

H: 수두

표 3. 분선수로 유량 측정표

수로명 수원농대 농장수로 측정장치 장 방 형 예 언 웨 어 측정자 금 동 철

관			측		계 산			
측정일자	날	씨	수 두 (H) (ft)		유 량(ft/sec)			
			상 류	하 류	상 류	하 류	손 실 량	
8. 17	맑	음	12.00	0.36	0.33	0.69	0.61	0.08
			16.00	0.36	0.33	0.69	0.61	0.08
8. 18	구	름	10.00	0.35	0.33	0.66	0.61	0.05
			16.00	0.33	0.31	0.61	0.55	0.06
8. 20	구	름	10.30	0.35	0.32	0.66	0.58	0.08
			18.30	0.35	0.33	0.66	0.61	0.05
8. 24	구	름	10.30	0.36	0.33	0.69	0.61	0.08
			17.30	0.36	0.34	0.69	0.63	0.06
8. 26	구	름	9.00	0.39	0.34	0.77	0.63	0.14
			16.00	0.37	0.34	0.72	0.63	0.09

8. 27	탈	막	9. 50	0. 37	0. 34	0. 72	0. 63	0. 09
			14. 30	0. 35	0. 33	0. 66	0. 61	0. 05
8. 28	탈	막	9. 00	0. 39	0. 35	0. 77	0. 66	0. 11
			16. 20	0. 37	0. 34	0. 72	0. 63	0. 09
8. 30	탈	막	9. 20	0. 36	0. 33	0. 69	0. 61	0. 08
			14. 20	0. 35	0. 31	0. 66	0. 55	0. 11
			16. 20	0. 39	0. 34	0. 77	0. 63	0. 14
8. 31	탈	막	9. 30	0. 36	0. 33	0. 69	0. 61	0. 08
			14. 30	0. 34	0. 30	0. 63	0. 53	0. 10
			16. 40	0. 34	0. 30	0. 63	0. 53	0. 10
9. 1	탈	막	9. 15	0. 36	0. 33	0. 69	0. 61	0. 08
			14. 30	0. 34	0. 32	0. 63	0. 58	0. 05
			16. 00	0. 34	0. 32	0. 63	0. 58	0. 05
9. 2	탈	막	10. 00	0. 35	0. 32	0. 66	0. 58	0. 08
			14. 30	0. 37	0. 34	0. 72	0. 63	0. 09
9. 3	구	막	9. 30	0. 35	0. 30	0. 66	0. 53	0. 13
			14. 30	0. 35	0. 33	0. 66	0. 61	0. 05
9. 9	구	막	9. 30	0. 34	0. 31	0. 63	0. 55	0. 08
			14. 50	0. 35	0. 32	0. 66	0. 58	0. 08
9. 10	구	막	9. 30	0. 35	0. 30	0. 66	0. 53	0. 13
			14. 40	0. 34	0. 30	0. 63	0. 53	0. 10
9. 11	탈	막	9. 30	0. 35	0. 32	0. 66	0. 58	0. 08
			14. 00	0. 35	0. 33	0. 66	0. 61	0. 05
9. 14	탈	막	9. 40	0. 34	0. 30	0. 63	0. 53	0. 10
			14. 30	0. 36	0. 33	0. 69	0. 61	0. 08
9. 15	탈	막	9. 40	0. 34	0. 32	0. 63	0. 58	0. 05
			14. 20	0. 34	0. 31	0. 63	0. 55	0. 08
9. 16	탈	막	9. 50	0. 36	0. 33	0. 69	0. 61	0. 08
			14. 30	0. 35	0. 32	0. 66	0. 58	0. 08
합 계						26. 26	23. 02	3. 24

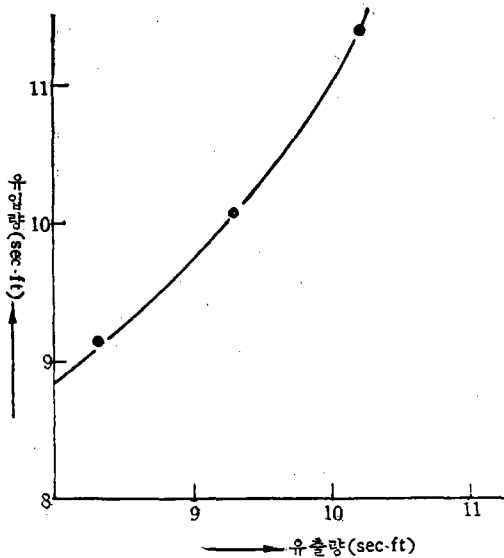


그림 4. 간선수로

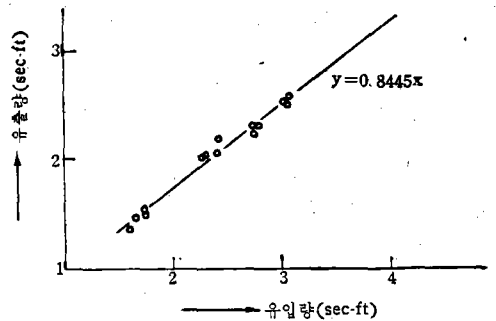


그림 5. 지선수로



홍水路內에서의 用水損失에 關한 研究

3	5.1	4.6	5.3	5.00
4	1.2	1.2	1.1	1.16
5	1.0	0.7	0.6	0.77
6	3.8	3.8	3.7	3.76
7	3.2	3.0	2.9	3.33
8	1.0	0.9	0.7	0.87

본 수로에서는 총 16.65 cm/day 삼투로서 평균 2.08 cm/day 임.

표 5. 농대분선수로 삼투량조사

측 점 No.	삼 투 량 (cm/day)			
	1 차	2 차	3 차	평균
1	9.5	9.3	9.2	9.33
2	0.9	0.8	0.7	0.80
3	0.5	0.4	0.3	0.40
4	0.5	0.7	0.4	0.53
5	3.1	2.9	3.1	3.33
6	7.2	7.8	8.2	7.73
7	3.5	3.4	3.4	3.34
8	3.4	3.2	3.2	3.30
9	1.5	1.5	1.41	1.47

총 30.32 cm/day 의 삼투가 일어나며 평균 3.37 cm/day 이 삼투함.

⑤ 증발량 및 기상조사

조사기간중 각 지구별 기상 상황은 다음과 같다.

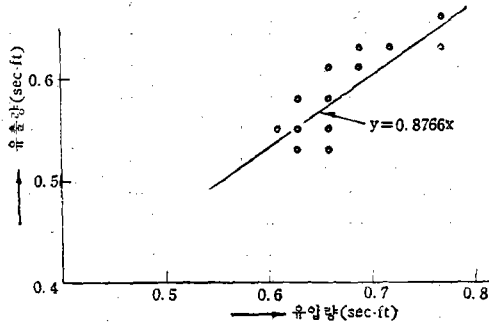


그림 6. 유입-유출량곡선

④ 삼투량조사

Float 식 삼투계를 사용하여 지선수로에서는 40 m 간격으로 분선수로에서는 20 m 간격으로 실측조사 하였다.

표 4. 일월지선수로 삼투량조사

측 점 No.	삼 투 량 (cm/day)			
	1 차	2 차	3 차	평균
1	0.6	0.4	0.3	0.43
2	1.3	1.3	1.4	1.33

표 6. 8 월 분 기 상 조 사 표

날자	행목 평균온 (C°)	운 량 0-10	일 조 시 간	상 대 습 도 (%)	우 량 (mm)	증 발 량 (mm)		수 평 면 일 사 량 (cal/cm²)		지 하 수 위 (cm)
						소 형	대 형	총 량	1 시 간 최	
						17	23.9	7	10.3	
18	21.6	9	41	72	0.6	(2.8)	(2.4)	190.05	30.65	60.8
19	18.3	10	0.4	89	30.8	(2.8)	(1.2)	41.70	11.04	62.7
20	21.4	7	3.2	89	30.9	(2.3)	(1.7)	121.29	38.42	30.9
21	23.3	4	10.5	82	-	(4.6)	(3.2)	485.16	74.80	44.5
22	20.7	10	0.0	92	348	(1.4)	(1.1)	75.22	10.22	47.0
23	22.4	7	3.0	83	0.3	(2.1)	(1.5)	195.77	63.76	32.5
24	23.4	5	10.3	83	-	4.9	3.8	584.88	84.61	44.0
25	24.2	8	6.8	82	-	4.4	3.0	331.46	62.13	49.9
26	24.9	10	6.4	81	0.6	(3.9)	(3.1)	291.81	51.09	53.0
27	24.9	3	10.8	79	1.0	(4.8)	43	485.97	71.93	55.8
28	25.5	0	11.9	80	-	5.8	4.7	541.17	74.80	57.5
29	27.2	1	11.3	72	-	6.9	5.6	550.14	73.16	55.9
30	26.6	3	11.4	66	-	7.5	5.1	539.10	72.75	62.0
31	24.7	2	11.2	69	-	5.8	4.6	449.60	74.80	68.0

표 7. 9 월 분 기 상 조 사 표

날자	평균 관온 (C°)	운 량 0-10	일 조 시 간	상 습 퍼 도 (%)	우 량 (mm)	증 발 량 (mm)		수 평 면 일 사 량 (cal/cm <sup>2</sup> )		지 수 하 위 (cm)
						소 형	대 형	총 량	1 시간 대	
1	23.4	1	11.7	67	—	6.5	4.4	529.70	62.35	72.0
2	22.9	6	7.1	76	0.0	4.0	2.7	309.01	51.09	75.0
3	23.2	10	4.8	85	2.5	(2.2)	(2.0)	192.48	37.60	77.2
4	22.0	10	0.8	93	31.4	(2.0)	(1.8)	94.42	20.03	65.0
5	22.4	3	10.0	83	—	5.0	3.4	550.55	77.25	53.0
6	22.5	4	9.4	77	—	5.1	3.6	492.15	70.71	55.2
7	22.1	4	10.7	79	—	5.0	3.5	477.89	69.89	56.5
8	22.4	4	9.4	76	—	4.8	3.5	429.56	62.72	59.0
9	20.9	8	6.2	76	0.0	2.7	2.3	210.89	31.88	62.0
10	19.4	7	6.6	78	0.0	1.8	1.0	162.70	40.87	64.2
11	19.1	1	10.6	81	—	5.2	3.6	479.02	69.89	65.8
12	19.9	1	10.9	76	—	5.3	4.0	517.04	68.26	67.5
13	18.9	1	11.7	78	—	5.2	3.6	512.11	76.43	70.9
14	19.8	2	10.9	80	—	4.7	3.0	456.95	67.85	73.0
15	20.7	3	10.5	78	—	4.3	3.2	432.83	59.26	75.2
16	21.1	5	8.6	75	—	4.6	3.7	454.91	68.26	77.5
17	21.6	2	11.2	72	—	5.4	3.3	500.30	70.30	79.0

㉔ 토질조사

삼투량과 연결시키기 위하여 삼투량측정에서 병행하여 토양시료를 채취분석하였다.

입도분석시험은 KSF 2302에 의거 비중계 측정 및

체분석방법으로 실시하였으며 Atterberg 시험은 액성한계 KSF 2303, 소성한계시험은 KSF 2304에 의거 시행하였다.

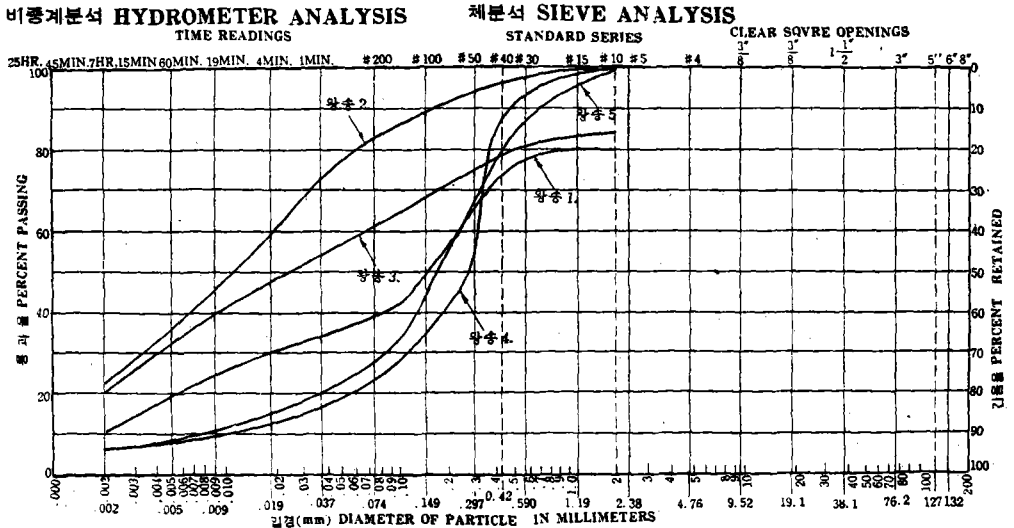


그림 7. 입도곡선

토 질 역 도 분 석 표

표 8. 왕송저수지 간선수로 토질 <통과 백분율>

시료 No.	체 분 석(mm)						비 증 계 분 석(mm)			USDA 분류	통 일 분류
	2.0	1.0	.5	.25	.20	.10	.05	.02	.002		
1	80.0	79.6	78.1	61.0	56.6	32.8	22.0	18.0	6.4	FSL	SM
2	100	98.8	97.3	93.4	92.5	85.8	80.2	61.3	22.6	SIL	ML-CL
3	83.9	82.8	80.3	72.1	70.9	63.9	57.7	48.6	20.2	L	ML
4	100	98.2	92.0	46.3	42.2	24.1	19.5	12.9	6.5	LS	SM
5	100	95.1	84.3	59.8	56.8	42.0	36.2	30.7	11.3	SL	SM

표 9. 알월저수지 지선수로 토질

시료 No.	체 분 석 (mm)						중 비 계 분 석(mm)			USDA 분류	통 일 분류
	2.0	1.0	.5	.25	.20	.10	.05	.02	.002		
1	100	97.5	91.0	77.5	74.9	60.3	47.7	38.7	17.7	LS	ML
2	100	98.4	84.1	66.5	64.9	55.8	51.6	50.0	24.2	SCL	SC
3	100	97.8	88.8	77.5	76.4	71.4	65.3	58.1	25.8	L	ML-CL
4	100	91.2	74.0	53.6	51.9	43.0	37.3	29.0	9.7	COSL	SM
5	100	97.6	81.4	58.2	56.6	45.5	39.5	33.9	16.1	SL	SM-SC
6	100	94.3	97.8	95.0	94.6	92.0	88.5	77.4	30.6	SiCL	MH
7	100	99.4	94.7	73.8	70.3	49.7	40.3	27.4	8.1	SL	SM
8	100	95.0	89.4	67.8	66.5	58.6	47.1	41.9	16.1	SL	ML

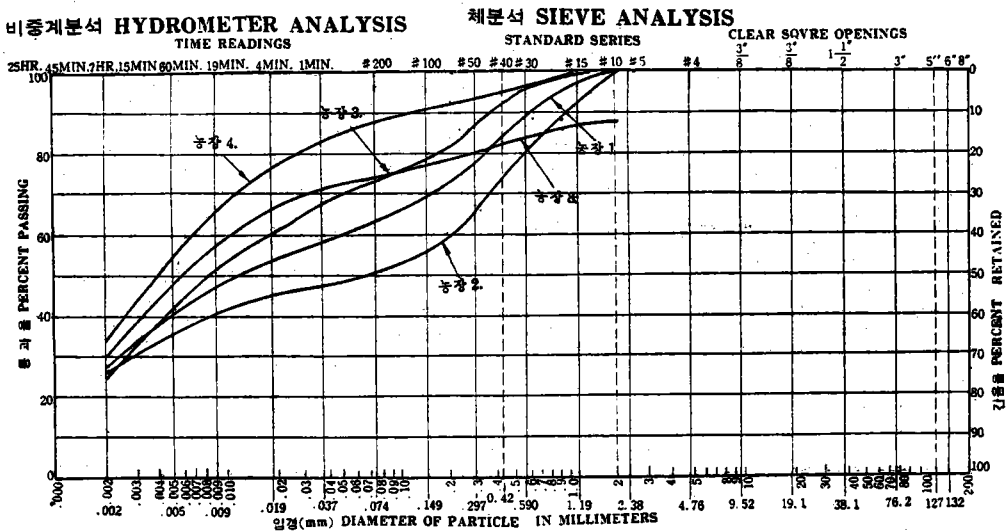


그림 8. 입 도 곡 선

표 10.

농대농장 분선수로 토질

시료 No.	체 분 석 (mm)						비 증 계 분 석 (mm)			USDA 분류	용 일 분류
	2.0	1.0	.5	.25	.20	.10	.05	.02	.002		
1	100	97.1	86.7	74.2	72.6	65.8	61.3	54.8	27.4	CL	MC-CL
2	100	92.6	27.3	61.9	60.0	52.8	48.5	46.8	25.8	SCL	SL
3	100	99.9	95.2	82.7	81.7	75.2	71.0	61.3	24.2	L	MC-CL
4	100	98.6	95.9	92.6	92.2	89.7	86.7	77.4	33.9	SiCL	MH
5	86.1	84.9	81.2	73.2	72.4	67.7	64.2	57.0	22.2	L	ML-CL
6	86.3	85.1	74.2	61.4	60.1	54.2	50.1	44.5	19.5	L	ML
7	87.5	86.1	79.7	71.6	70.3	64.8	60.8	52.2	24.0	CL	ML-CL
8	87.8	86.3	83.0	79.4	78.8	75.6	73.0	66.5	29.7	SiCL	ML-MH
9	83.3	80.1	74.9	67.8	66.8	71.2	56.7	49.7	17.8	L	ML

비증계분석 HYDROMETER ANALYSIS

체분석 SIEVE ANALYSIS

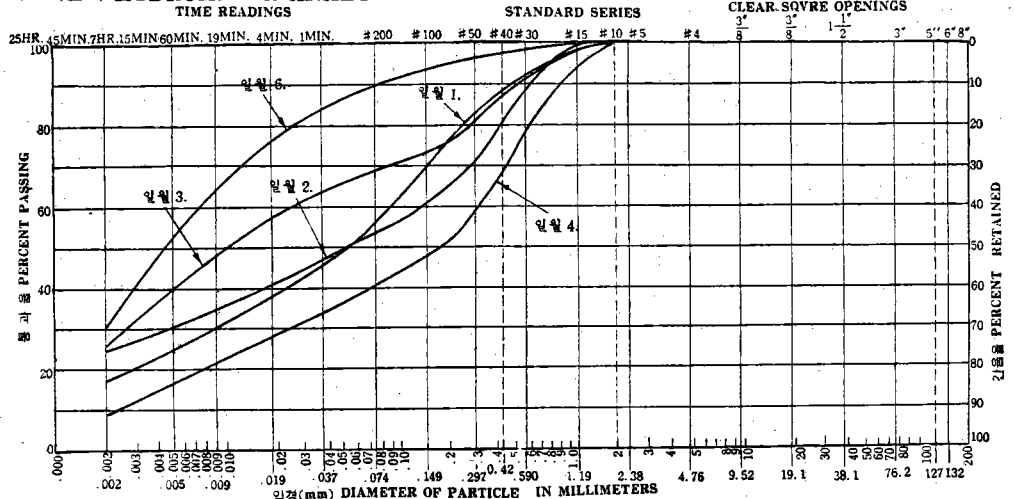


그림 9. 입도 곡선

IV. 결과 및 고찰

이 실험에서는 수로구배가  $\frac{1}{3,000}$ 이며 종단 구조물이 없는 1,000 m 구간을 잡아 실측한 왕송대간선 수로에서는 표-1에서 보여주는 바와 같이 9.64%의 통수손실율이 나타났다.

한편 표-2에서 보면 수로구배가  $\frac{1}{1,500}$ 이며 500 m의 구간을 잡은 일월지선수로에서는 18회의 반복 측정에서 15.55%의 손실율을 보였다. 또 수로구배가  $\frac{1}{300}$ 이며 200 m의 구간을 잡아 실측한 농장분선수로에서는 표-3에서 보여주듯이 41회의 반복 측정에서 12.34%의 손실율이 나타났다.

물론 지형과 지물을 최대한 고려하여 택한 수로이며 주로 절토구간을 취했고 수로바닥이 지반보다

높은 곳을 택하여 다소 다른 수로에서 보다 많은 수치라고 생각하나 종래의 값은 재고되어야 하겠다.

일월지선수로에서 가장 통수 손실율이 높은 이유는 수로가 필지보다 높게 위치하고 있으며 관곡도가 다른 수로에 비하여 심하고 또 수로 양안에 잡목과 잡초가 무성한 까닭으로 생각된다.

또 표-4, 5에 나타난 바와 같이 삼투량조사에서는 간선수로는 너무 범위가 넓어 조사가 곤란하여 측정하지 못하였으며 500 m 길이의 지선수로에서는 40 m 간격으로 삼투량을 조사한 결과 평균 2.08 cm/day 라는 큰 값을 얻었으며 200 m 길이의 농장 분선수로에서는 20 m 간격으로 조사하였으며 여기에서는 평균 3.37 cm/day 의 삼투손실이 일어났다.

삼투의 다소와 관련있는 토질상태는 표-8, 9, 10에서 볼 수 있으며 농장수로는 표토가 12~15 cm로서

얇은 반면 다음 지층 역시 세사질양토로서 심한 투수성 토질이 있으며 기타 다른 수로에서는 별차이가 없었으나 왕송간선수로에서는 절토구 간이 때 부분으로 낮은 위치에 수로가 있어서 손실이 적은 것 같다.

증발 기타 기상자료는 표-6에 실여있다.

## V. 결 론

가) 본 실험에서 얻은 자료는 간선수로 1,000 m 구간에서 9.64%, 지선수로 500 m 구간에서 15.55% 분선수로 200m 구간에서 12.38%의 통수손실을 보였다.

종래에 일률적으로 적용하여 온 용수간선에 20% 용수지선에 15% 적용수치는 재고되어야겠다.

나) 삼투량은 지선수로에서 평균 2.08 cm/day, 분선수로에서 3.37 cm/day 인 상당히 큰 값을 보여주고 있다.

라) 단 한번의 실험 조사로서 결정적인 결론을 짓거나 객관성 있는 자료를 얻기 어려운 실험이기에 2~3년 반복실험으로 좀더 자세한 조사 분석이 필요하겠으며 본 실험에서는 실험상의 여러 가지 문제점과 수로조적이 미치는 요인 등을 파악할 수 있었으며 앞으로 대규모 실험을 추진하는데 참고가 될 것이다.

## VI. 적 요

본 실험 연구는 흙수로내에서의 용수손실에 관한 연구로서 물을 필요로 하는 논과 밭까지 필요한 시기에 필요한 양만큼을 보급해 주어야 하는 관개 계획을 수립함에 있어 매년 높아져 가는 사수위에 늘어가는 필요 수량과의 함수관계를 해결하는 지표 를 주는데 목표를 두었다. 시험은 용수계통인 간선, 지선, 분선수로로 구분하여 간선수로에서는 1,000 m 구간을 잡아 유속계측정 방법으로 지선수로에서는 500 m 구간을 잡아 상·하류에 파야살후를 설치 하여 측정하였으며 분선수로에서는 200 m 구간을 상·하류에 사각예인철헤를 설치하여 손실을 측정 하였으며 기타손실에 영향을 주는 제요인들도 조사 하여 다음 결과를 얻었다.

① 1,000 m 구간의 간선수로에서는 9.64%의 통수손실을 보였으며, 500 m 구간의 지선수로에서는 15.55%, 200 m 구간의 분선수로에서는 12.34%의 통수손실율을 보였다.

② 삼투량조사는 지선수로를 40 m 간격으로 3 번

반복조사에서 2.08 cm/day 또 200 m 간격의 지선수로에서는 1 일 평균 3.37 cm/day 의 삼투량을 얻었다.

③ 단 1 회의 결과치를 객관성 있게 취급은 곤란하며 종래에 사용해 온 결과치보다는 손실과 삼투가 공히 상당히 큰 값을 보여주고 있어 좀 더 자세한 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. 농공시험소; 수로의 수리설계기술도서 63호 pp. 10~20.
2. 농림부; 농지개량사업 설계기준(관개편, 경지정리편) pp. 98~111.
3. 민병섭; 농업수리 pp. 141~156.
4. 변보영; 토질공학연습.
5. 유한열의 2인; 수리학 pp. 114~346.
6. 이창구; 농업공학 pp. 179~187.
7. 日本農業土木學會編; 水理, 農業水利實驗 pp. 98~101.
8. 日本農業土木學會編; 農業土木 핸드ブック pp. 93~95, pp. 479~492.
9. ALDEN S. CRAFTS; Control of Aquatic & Ditchbank Weeds, California Agricultural Extension Service.
10. Christiansen, J. E.; Measuring Water for Irrigation. Calif. Agr. Exp. Sta. Bul. 588.
11. C.V. Davis; Handbook of Applied Hydraulics, McGraw-Hill.
12. Harsen; Plan and Design of field Irrigation pp. 48~155.
13. Hansen; Irrigation Efficiencies, Utah state Agr. College.
14. HARRY BURGESS, ROE C. E.; Moisture Requirements in Agriculture pp. 72~106, 160~220.
15. H.W. King; Handbook of Hydraulics, McGraw-Hill.
16. ORSON W. ISRAELSON; Irrigation Principles and Practices pp. 80, 115~150.
17. R.K. Frevert & Others; Soil & Water Conservation Engineering, pp.68~75, John. Willey & Sons.
18. S.C.S. National Engineering Hand book, Section 15 Chap. 6 pp. 6~19~30. Chap. 9 pp. 9~28~69. Chap. 11 pp. 11~46~49.
19. U.S.A. Bureau of Reclamation; Water Measurement Manual pp. 5~301.
20. U.S.D.A.; Methods for Irrigation Systems.
21. VERNE H. SCOTT; Measuring Irrigation Water, Calif. Agr. Exp. Sta. Bul. 473 pp. 1~42.