

側水路 餘水吐의 潛流限界에 關한 研究

A Study on the Limit of Submerged Flow
in Side Channel Spillway.

白 殷 基* · 金 永 培** · 金 周 昶**
Eun Kee Baik Yeong Bae kim Ju Chang Kim

Summary

Side channel Spillways based on Hinds theory were tested. Surface water level at the beginning point of side channel is the same as the crest level of weir in the usual design.

Here, side channel section were moved upwards $\frac{1}{2}$ of the total head on the crest and tests (revised experiment) were made.

In the revised experiments, coefficients of discharge for design flood (Q) were the same with that of original design experiments. In case of 1.2Q a little influence of submergence were appeared. coefficients of discharge were decreased to be about 97.6% of that of original design experiments, therefore, Reservoir flood water level become higher about 2-3cm than original case.

So revised design can be used for actual purpose and it will brings much savings in construction cost of side channel spillway.

I. 서 론

여수로는 저수지의 홍수를 배제하여 저수지의 안전을 도모하는 구조물로서 제당의 높이가 저수지의 안전성, 공사비 등을 결정하는 주요한 요소가 되며 이에 여러가지 형식이 있어 설계자의 재량에 따라서 변경되기도 한다. 여수로의 설계는 여수로 자체 또는 이와 관련되는 설비의 공사비가 가장 싸고 또 계획홍수량을 안전하게 배제할 수 있도록 하는 것이

필요하다.

축구식 여수로는 다른형식에 비하여 안전하고 시공하기 쉬우며 설치후의 유지관리가 쉬우므로 우리나라에서 최근 가장 많이 사용되고 있는 형식으로써 대개 제당과 연결되는 산쪽에 설치한다.

그러나 경우에 따라 많은 암절이 필요하고 이 암절량의 크기에 따라 공사비가 결정되므로 설계홍수량을 안전하게 배제할 수 있는 범위내에서 가장 경제적인 단면으로 설계하는 것이 필요하다.

과거에는 축수로의 수심을 정해놓고 폭을 계산하여 폭이 너무 넓은 축수로를 많이 만들었으나 이것은 암절량을 필요이상 많게 하였고 최근에 Hinds 식 계산법을 사용하여 축수로의 폭을 좁히고 수심을 깊게 하여 많은 공사비 절감을 이룩하고 있다.

그러나 현재의 설계법은 설계홍수량에 대하여 어느 부분에서도 여수로 언정(堰頂)이 축수로의 수면보다 낮지않게 하는 것을 원칙으로 하고 있으나 현지상태와 수리계산 결과에 의거 축수로 상류끝 수면을 10~15% 정도까지 잠류시켜도 큰 지장이 없고 약 70% 정도이면 축수로 안의 유황이 변경되어 여수로의 홍수배제능력을 표시하는 수위곡선은 급변하게 된다. 따라서 15~70% 범위는 여수로의 홍수 안전배제 한계구간이 될 것이며 이구간을 적절히 이용함에 따라 많은 암절량의 절감을 기대할 수 있게 된다.

그러나 이상홍수의 출현과 축수로 안의 수면구배 등 여러가지 문제가 제기되므로 축수로 안의 수면 높이를 정하는 것이 대단히 곤란하고 또 안전성의 문제가 있어 실험이나 경험없이 는 그이용 한계를 결정하기가 곤란하므로 수리시험을 통하여 잠류의 한계를 결정코저 본 연구를 시도한 것이며 이결과는 축수로의 단면이 축소되므로 암절 및 절토량이 감소

* 서울農業大學

** 農業振興公社 農工試驗所

되어 공사비의 절감과 공사기간의 단축을 기대할 수 있고 설계의 편리도 도모할 수 있을 것이다.

II. 연구재료

1. 유량계수

여수토에서의 유량계수는 여러인자의 영향을 받게 된다.

여수토의 홍수배제능력은 다음과 같은 Francis공식을 이용하고 있다.

$$Q = CLH^{\frac{3}{2}}$$

여기에서 Q 는 설계홍수량, C 는 일류계수, L 은 여수토의 길이, H 는 일류수심, 위식에서 Q 와 L 은 고정된 값으로 보면 C 와 H 의 변동에 대하여 고려할 수 있다. 그러나 H 도 될수록 낮게 하는 것이 좋으므로 C 의 값을 크게 하는 것이 필요하다.

축수로안의 수위를 높여도 C 의 값에 크게 변동이 오지 않는 범위를 찾는 것이다. 홍수배제능력을 결정하는 일류계수의 값은 접근수로 길이 여수토 언정의 모양, 웨어 상류면의 기울기, 하류쪽의 물받이 높이 및 수위 등에 의하여 결정된다. 그런데 축수로안의 수위를 높일때 C 의 값에 영향을 주게 되는 것은 하류쪽 즉 축수로 안의 수위 및 축수로 바닥의 높이 등이므로 이에 대해 살펴보기로 한다.

가) 축수로 바닥 높이의 영향만을 받을때의 변화
축수로안의 수위가 일류수심에 비하여 낮을 경우 ($\frac{hd}{H} > 0.6$)는 축수로 바닥 높이의 영향만을 받아 일류계수 C 가 변동된다.

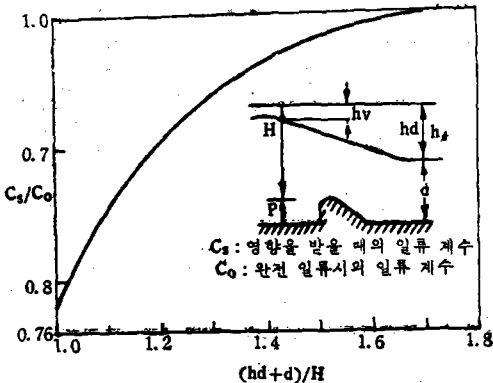


그림 1.

위의 그림은 $(hd+d)/H$ 의 변화에 따르는 유량계수 C 의 변화 상태를 나타낸 것이다. $(hd+d)/H > 1.7$ 의 범위 안에서는 물받이 높이가 유량계수에 거의 영향을 주지 않으며 $(hd+d)/H = 1.7$ 에서부터 변화가 생기나 축수로식 여수토의 축수로 길이는

Hinds 식 계산법에서는 깊게하므로 대개 물받이 높이로 인한 유량계수의 변동은 나타나지 않는다. 축수로의 시작점 부근에서 축수로 깊이가 가장 높으므로 이부분에서 영향을 받게 되는 일이 있다.

나) 하류의 수위의 영향만을 받을때의 변화

축수로의 깊이가 커서 H 의 3.5배 이상 축수로바닥이 내려가면 $(hd+d)/H > 3.5$ 유량계수는 바닥 높이의 영향을 받지 않고 수위의 영향만을 받게 된다

그림 2는 hd/H 의 변화에 따른 유량계수의 변화 상태를 나타낸다.

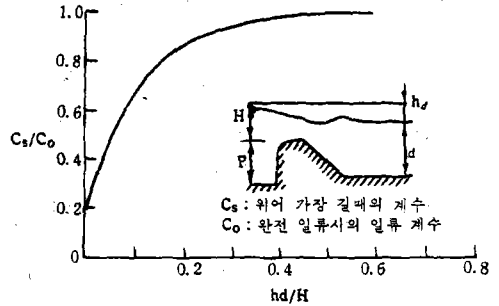


그림 2.

그림에서 보는 바와 같이 $hd/H > 3.5$ 의 범위내에서 하류수위가 일류수심의 30%정도까지 올라가면 하류수위의 영향이 가속도적으로 커진다. 그러므로 다른조건에 변동이 없으면 하류수위 즉 축수로안의 수위를 일류수심의 30%까지 올릴 수 있고 약간의 저수지 계획홍수량 상승을 허용한다면 50~60%정도까지는 올릴 수도 있게 된다.

다) 물받이 높이와 하류수위의 영향이 함께 나타날 경우 즉 $(hd+d)/H < 3.5$ 이고 $hd/H < 0.6$ 일 경우는 하류 물받이의 영향과 하류수위의 영향을 동시에 받아 일류 수위가 변동된다.

이 두가지의 영향을 표준형 여수토 일류언의 유량계수에 대한 감소율로 나타내면 다음 그림과 같다.

앞면의 그림을 보면 하류쪽의 조건 즉 하류 물받이 깊이와 하류의 수위에 의해 일류계수가 어떻게 감소하는가 알 수 있다. 이 그림만으로도 $hd/H > 0.6$ 의 경우는 물받이의 영향만을, $hd+d/H > 3.5$ 의 경우는 하류수위의 영향만을 받는것을 알 수 있다.

그리고 $(hd+d)/H > 2$ 의 경우는 대략 하류수위의 영향을 주로 받으며 점선의 곡선부분은 두가지 영향을 함께 받는것을 나타낸다.

축수로의 깊이는 실제로 $(hd+d)/H > 2$ 이상이므로 하류물받이 깊이에 의한 영향을 무시하면 축수로의 수위가 여수토 길이의 70% 까지 올라가도 일류

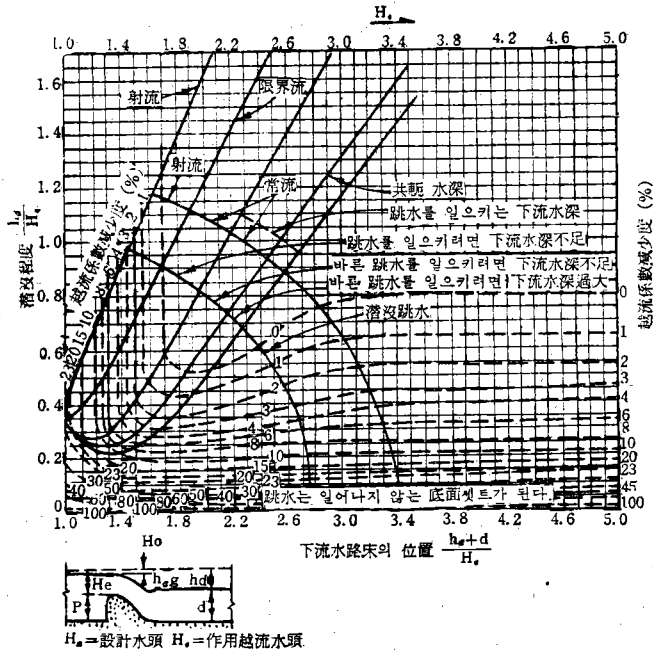


그림 3.

계수는 8% 이내의 감소율을 나타낸다.

라) 설계수두와 실제 수두와의 차로 인한 유량계수의 변화

어느 설계유량에 대하여 설계된 일류언에 설계값과 다른 수두가 작용할때 유량계수는 달라진다.

다음의 그림에서 보는바와 같이 실수두와 설계수두와의 비 $\frac{H_e}{H_b} = 1$ 일때 $C_e/C_d > 1$ 이 되고 $H_e/H_d < 1$ 일 때 $C_e/C_d < 1$ 이 된다. 이것은 설계수두보다 실수두가 높을때 유량계수도 커지고 실수두가 낮아지면 유량계수도 작아지는것을 의미한다.

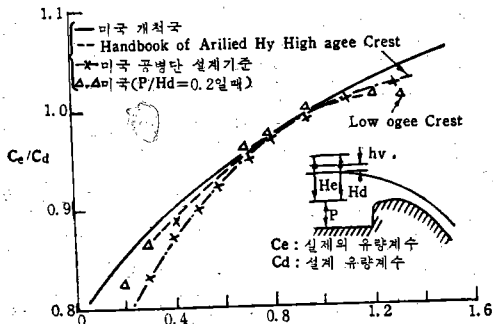


그림 4.

위에서 검토한바와 같이 유량계수는 측수로안의 수위를 높이면으로서 변동되나 그 변동율이 여수로깊이의 70% 정도까지는 적고 그 이상에선 심한 변동을 나타낸다.

그러므로 유량계수를 약간 감소시키므로서 측수로 단면을 크게 절감할 수 있는 것이다.

2. 유량계수와 일류수두의 관계

$$Q = CLH^3 \text{에서}$$

Q와 L을 먼저 결정한것으로 고정시키면 C와 H는 서로 관련된다. 우리나라에서 많이 사용되는 측수로식 여수토의 설계수두는 대개 0.6~0.5m의 범위내에 있고 따라서 $H=0.6$, $H=0.5$ 의 두경우를 선택하여 유량계수의 변화에 따른 수두의 변동상태를 계산하면 표 1과 같다.

표 1. 유량계수 (C)변화에 따른 수두별 계산표

C=2.2	C=2.0					
	C	0.9C	0.95C	C	0.9	0.95C
0.6	0.64	—	—	0.6	0.64	—
1.5	1.60	1.55	—	1.5	1.61	1.55

위 계산표에서 유량계수 10% 감소에 0.6m의 경우는 4cm, 1.5m의 경우에는 5cm 정도 수위상승이 생긴다. 측수로안의 수위를 높여 5% 이내의 유량계수 감소를 볼때 대개 5cm 이내의 저수지 수위상승이 되므로 이것은 여유고로서 보충할 수 있을 것이며 또 설계수두보다 일류수두가 커지면 유량계수가 설계값보다 커지므로 더욱 도움이 된다.

지형에 따라서는 수위상승에 해당하는 유량을 여수토의 길이로서 조절하는것도 효과적일때도 있을 것이다.

3. 이상홍수위와 설계일류수두와의 관계

토언제의 여수로에서는 설계홍수량보다 큰 이상홍수에 대해서도 안전하게 작용하여야 하며 측수로 여수로에서는 설계홍수량의 1.2배 정도를 이상홍수로 본다.

$$Q = CLH_1^2 \text{에서 } C_1, H_1 \text{ 을 설계홍수에 대한 값, } C_2, H_2 \text{ 를 이상홍수에 대한 값으로 보면 } Q = C_1 L H_1^2$$

$$1.2Q = C_2 L H_2^2$$

위의 두식에서 Q, L 을 빼면 $C_1 H_1^2 = \frac{1}{1.2} C_2 H_2^2$, C_1 은 C_2 보다 적으나 거의 같은 값이므로 $H_2 = 1.13 H_1$ 이 된다. 즉 유량이 20% 증가할때 수위는 13%정도 올라가게 된다. 그러나 이상홍수에 의해 측수로 안의 수위가 높아져 C_2 가 C_1 보다 적어질때 수위의 상승은 더욱 커지게 된다.

III. 시험방법 및 장치

1. 조 건

가. 모형축척

모형의 축척은 시험대상에 따라서 모형을 제작할

표 2. 일류언의 곡선표

X	0.0	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.96	1.08	1.20	1.44	1.68	1.92	2.16	2.40	2.64	2.88
Y	0.0	0.09	0.11	0.11	0.09	0.05	0.01	-0.05	-0.12	-0.20	-0.29	-0.50	-0.75	-1.05	-1.38	-1.77	-2.18	-2.66

고 측수로바닥 높이에 의한 유량제수위의 영향을 없애기 위하여 깊이를 깊게하고 넓이도 크게하였다. 그리고 구배도 수평구배로 하여 모형수정에 편리토록 하였다.

측수로의 폭 : 10m(모형에서 0.5m)

“ 길이 : 5.6m(“ 0.28m)

측벽구배 : 1 : 0.3

측수로길이(일류언길이) : 40.0m

4) 조절구간

측수로 하류끝에서 5m(모형에서 0.25m)의 수평 조절구간을 만들었다.

5) 방수로

방수로는 1 : 4.5의 구배로 측수로끝과 같은폭으로 벽은수직으로 하였다. 이 시험에서 방수로는 물을 순환시키는 데 도수로 역할만하고 시험대상에서는 제외하는 것으로 하였다.

2. 시험방법

이상과 같은 조건을 갖이고 일류수심 0.9m, 1.20m

때는 반드시 필요하나 이 시험에서는 모형에 의해 실험물을 추정하므로 여러가지 축척을 사용할수있다. 그러나 본 연구에서는 시험상 많이 통용되는 $Lr=20$ 의 배율을 기준으로 한다.

나. 일류언의 길이

일류언의 길이는 모형에서 2.00m로 결정하였으며 $Lr=20$ 을 적용하면 실험물에서 40m의 일류언에 해당된다. 측수로의 폭길이 일류수심 등은 변동되나 일류언의 길이는 고정된 값으로 한다.

다. 모형의 설계

1) 접근수로

접근수로의 길이는 5.70m, 길이는 언정보다 1.2m 낮게하였다.

2) 일류언

일류언의 상류면은 수직으로하고 일류수심 1.20m의 경우를 기준으로하여 H_2 를 1.2로 가정 $\frac{H_a}{H_s} = 0.05$ 를 산출(H_a : 속도수두) $X/H_s, Y/H_s$ 의 관계 곡선표에의거 표 2와 같이 일류언의 모양을 결정하였다.

3) 측수로

측수로는 여러가지 시험을 시행하기 편리하게하

1.50m의 세가지 경우에 대해 측수로식 여수로 설계 계산을 하여 측수로 단면을 결정하고 각 경우에 대해 설계수량 및 이상홍수량(설계수량의 1.2배)을 통과시키면서 제반 수리현상을 검측하고 또 측수로의 저면표고를 동일폭원에서 일류수심의 50% 범위까지 높게 평행이동 시키면서 설계홍수량과 이상홍수량에 대해 수리계량을 측정 분석한다. 각 경우에 대한 실험의 수리계산은 수리해석이 가장 명확하게 되어있는 Hinds의 설계이론공식을 적용 다음과 같은 계산결과를 얻었다. (표 2, 3, 4)

- ① X : 구간거리(m)
- ② V : 유 속(m/sec)
- ③ Q : 유 량(m³/sec)
- ④ A : 유수단면적(m²)
- ⑤ b : 측수로저폭(m)
- ⑥ d : “ 수심(m)
- ⑦ y : “ 의 수면강하(m)
- ⑧ D : d + y(m)

표 3. 일류수심(H) : 0.9m일 경우

X	V	Q	A	B	D	Y	D	비 고
1	0.246	1.82	7.4	1.1	3.14	0.007	3.15	$V=0.246 \times 0.71$
4	0.658	7.28	11.05	1.4	3.80	0.053	3.85	$y = \frac{1.71}{0.71} \frac{V^2}{19.6}$
8	1.08	14.56	13.47	1.8	3.96	0.143	4.10	
10	1.26	18.2	14.45	2	4	0.196	4.196	$C=2.14$
20	2.07	36.4	17.60	3	3.87	0.53	4.40	
30	2.75	54.6	19.85	4	3.62	0.93	4.55	
40	3.37	72.8	21.6	5	3.4	1.4	4.80	

표 4. 일류수심(H) : 1.2m일 경우

X	V	Q	A	B	D	Y	D	비 고
1	0.25	2.8	11.2	2.1	3.27	0.008	3.28	$V=ax^n$
4	0.688	11.2	16.27	2.4	4.04	0.057	4.10	$y = \frac{n+1}{n} \frac{V^2}{2g}$
8	1.14	22.4	19.65	2.8	4.32	0.157	4.48	$C=2.12$
10	1.34	28	20.9	3	4.37	0.217	4.59	
20	2.228	56	25.1	4	4.37	0.6	4.97	
30	3.0	84	28.0	5	4.18	1.09	4.27	
40	3.70	112	30.3	6	4.00	1.66	5.66	

표 5. 일류수심(H) : 1.5m일 경우

X	V	Q	A	B	D	Y	D	비 고
1	0.26	3.9	15.40	3.0	3.5	0.01	3.51	$V=ax^n$
4	—	—	—	—	—	—	—	$y = \frac{n+1}{n} \frac{V^2}{2g}$
8	—	—	—	—	—	—	—	$C=2.12$
10	1.46	39	26.7	4.1	4.5	0.264	4.764	
20	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	
40	3.86	156	40.3	7.4	4.4	1.845	6.245	

3. 시험장치

200mm(20cm 전동기) 펌프에 연결된 물탱크에 사각형 예언웨어를 설치하고 여기서 내려오는 물을 받아 저수지역활을하는 정사각형(3m×3m) 물탱크를 만들어 정수장치를 통해 일류언 쪽으로 나오도록 설치하였고 예언웨어에서 탱크바닥까지는 1.35m 탱크 바닥에서 접근수로의 바닥까지는 0.45m 이고 물탱

크와 접근수로는 합석을 깔아 누수를 방지토록 하였다.

측수로 및 방수로바닥은 합판을 사용하였고 언체와 측벽은 나왕을 사용하고 습기 흡수 및 모형의 신축을 방지하기 위하여 페인트도장을하였다. 모형의 중형단표고 및 수평대는 level 로서 측정정도 1/10 mm 로 설치하였다.

유량측정을 위하여 사각예언웨어가 있는 큰 물탱

크에 hook gage를 장치하고 저수지 수위측정용 hook gage를 별도로 만들고 수평대위에 이동식 사면포인트 게지(point gage)를 장치하여 수위 및 수심을 측정하였다.

중요부의 수압강도는 piezometer를 사용하여 측정하였으며 이상의 제반 측정치는 Froude 상사법칙을 적용환산 하였다.

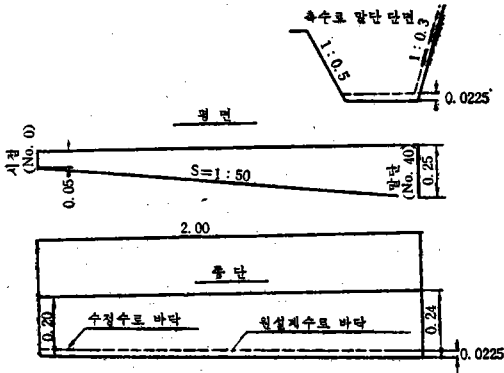


그림 5. 측수로모형구조도(일류수심 $H=0.9m$)
 $S=1/10$

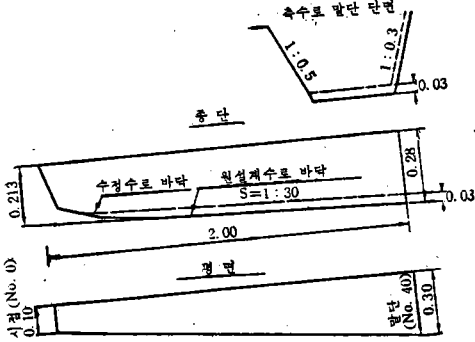


그림 6. 측수로모형구조도(일류수심 $H=1.2m$)
 $S=1/10$

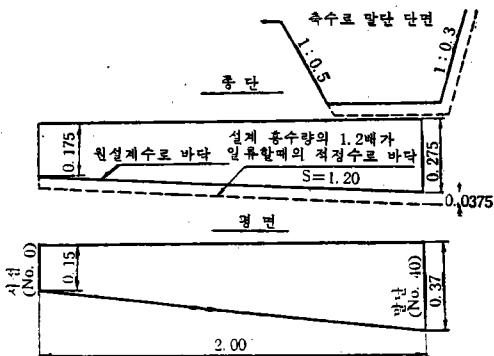


그림 7. 측수로모형구조도(일류수심 $H=1.5m$)
 $S=1/10$

IV. 시험결과

이상과 같은 방법 및 시험장치를 갖이고 측수에 여수로의 일류언장을 40m로 했을때 일류수심을 $H=0.9, 1.2, 1.5m$, 3단계로 하여 Hinds식 방법에 의거 설계된 여수로 구조물에 적용시켰을때 제반 수리 현상을 측정 검토한 결과 다음과 같다.

1. 일류수심 0.9의 경우

가. 원설계시험

그림 5와같이 모형을 만들어 시험을 실시하였다.

측수로 하류골 {수로폭 : 0.25m(원형에서 5.0m)
수로깊이 : 0.24m(" 4.8m)

측수로 상류골 {수로폭 : 0.05m(" 1.0m)
수로깊이 : 0.20m(" 4.0m)

측수로바닥구배 1/50

모형유량 $Q_m=0.407m^3/sec(Q=72.8m^3/sec)$

모형유량에 대하여 일류수심 4.5cm(원형에서 0.9m)가 측정되었고 측수로안의 수심측정치는 표6과 같다.

표 6.

측점	일류 언 쪽	외 벽 쪽	옆도랑 깊이
0	0.194~0.207	0.205~0.217	0.20
10	0.192~0.208	0.211~0.223	0.21
20	0.190~0.202	0.214~0.226	0.22
30	0.191~0.204	0.213~0.224	0.23
40	0.183~0.196	0.204~0.215	0.24
45	0.125~0.137	0.172~0.182	

모형유량을 0.0488 m^3/sec (이상홍수량)으로 변경할 때 일류수심은 5.1cm(원형에서 1.02m)로 나타나서 일류계수가 변동되지 않았음을 알수있다.

이상홍수량에 대한 측수로안의 수심은 표7과 같다.

표 7.

측점	일류 언 쪽	외 벽 쪽	옆도랑 깊이
0	0.214~0.228	0.225~0.237	0.20
10	0.225~0.239	0.226~0.235	0.21
20	0.225~0.240	0.233~0.246	0.22
30	0.203~0.215	0.231~0.245	0.23
40	0.212~0.226	0.227~0.234	0.24
45	0.146~0.160	0.205~0.213	

이시험에서 측수로는 설계홍수량 및 이상홍수량로 대해 모두 안전하고 여유가 있으며 일류계수 C

의 값에 변동이 거의 나타나지 않았다.

이상홍수량의 홍수시에 일류언 길이의 50%(약 20m)는 언정(堰頂)이 측수로수위보다 낮은것이 나타났으나 이것으로 인하여 일류언에서의 홍수배제 능력을 제한하지 않았다.

나. 수정시험

그림 5의 점선과 같이 측수로의 바닥을 일류수심의 50% 즉 2.25cm(원형에서 0.45m)만큼 높여서 시험을 실시하였다.

이경우 측수로의 제원은 다음과 같다.

- 측수로 하류끝 { 폭 : 0.25m (원형에서 5m)
 { 깊이 : 0.2175m (" 4.35m)
- 측수로 상류끝 { 폭 : 0.05m (" 1.0m)
 { 깊이 : 0.1775m (" 3.55m)

측수로바닥구배 1/50

모형유량 $Q_m = 0.0407 m^3/sec (Q = 72.8 m^3/sec)$

모형유량에 대하여 일류수심은 4.5m (원형에서 0.9m)로 원설제시험때와 차이가 없었고 측수로안의 수심측정치는 표 8과 같다.

표 8.

측점	일류언 쪽	외벽 쪽	열도랑 깊이
0	0.185~0.196	0.187~0.202	0.1775
10	0.183~0.195	0.193~0.206	0.1875
20	0.180~0.192	0.204~0.217	0.1975
30	0.176~0.188	0.198~0.209	0.2075
40	0.174~0.187	0.185~0.206	0.2177
45	0.118~0.130	0.177~0.189	

모형유량을 0.0488 m^3/sec (이상홍수량)으로 변경할 때 일류수심은 5.15m(원형에서 1.03m)로 계산된수심 1.017m($1.13H = 1.13 \times 0.9 = 1.017m$)에 비해 실물에서 0.013m의 수위상승이 나타났다.

이상 홍수량에 대한 측수로안의 수심은 표 9와 같다.

표 9.

측점	일류언 쪽	외벽 쪽	열도랑 깊이
0	0.223~0.235	0.215~0.227	0.775
10	0.212~0.227	0.224~0.238	0.1875
20	0.205~0.221	0.221~0.236	0.1975
30	0.199~0.213	0.222~0.235	0.2075
40	0.186~0.205	0.194~0.217	0.2175

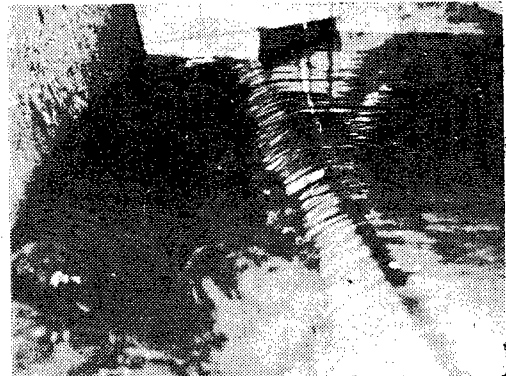
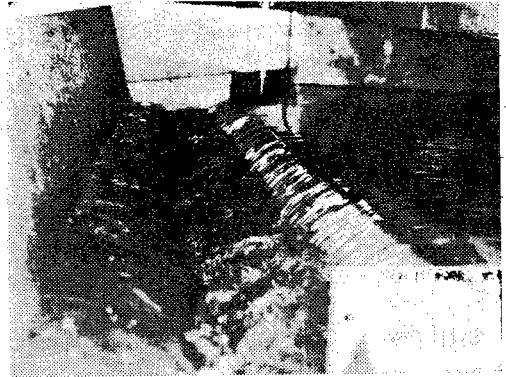


그림 8. 일류수심 $H = 0.9m (Q = 72.8 m^3/sec)$ 일 때 수정 측수로 로 일류하는 수리현상

(위 : 설계홍수량(Q) 아래 : 이상홍수량(1.2Q))

이시험에서보면 설계홍수량에 대해 수정단면은 충분한 여유고있고 안전하며 일류언 길이의 25%정도는 언정(堰頂)이 측수로 수위보다 낮게 되었다.

이상 홍수량에 대해서는 측수로내에서 일류언 길이의 75%정도가 잠류 현상을 가져왔고 계획보다 14.4%의 수위가 상승되었으나 일류언의 홍수능력은 거의 변동이 없었다.

2. 일류수심 1.2m의 경우

가. 원설계시험

그림과 같이 모형을 변경하여 시험을 실시하였다

- 측수로 하류끝 { 폭 : 0.30m(원형에서 6.0m)
 { 깊이 : 0.28m (" 5.6m)
- 측수로 상류끝 { 폭 : 0.1m (" 2.0m)
 { 깊이 : 0.213m (" 4.26m)

측수로바닥구배 1/30

모형유량 $Q_m = 0.0627 (112 m^3/sec)$

설계유량에 대하여 일류수심 6.0cm(원형에서 1.2m)이고 측수로내의 수심측정치는 표-10과 같다.

표 10.

측점	일류언쪽	외벽쪽	연도랑 깊이
0	0.18 ~ 0.192	0.214 ~ 0.226	0.213
10	0.184 ~ 0.207	0.225 ~ 0.238	0.23
20	0.185 ~ 0.206	0.230 ~ 0.244	0.247
30	0.183 ~ 0.195	0.221 ~ 0.235	0.264
40	0.171 ~ 0.184	0.210 ~ 0.224	0.28
45	0.118 ~ 0.130	0.182 ~ 0.205	

모형유량을 $1.2Q_m$ (0.0627×1.2) = $0.0752m^3/sec$ 으로 변경시키면 일류수심은 6.8cm(원형에서 1.36m)로 일류계수의 변동은 거의 나타나지 않았다.

· 이상 홍수량에 대한 측수로내의 수심은 표 11과 같다.

표 11.

측점	일류언쪽	외벽쪽	연도랑 깊이
0	0.223 ~ 0.237	0.244 ~ 0.256	0.213
10	0.235 ~ 0.248	0.257 ~ 0.268	0.23
20	0.231 ~ 0.245	0.265 ~ 0.277	0.247
30	0.212 ~ 0.226	0.254 ~ 0.265	0.264
40	0.195 ~ 0.204	0.232 ~ 0.246	0.28
45	0.124 ~ 0.135	0.210 ~ 0.223	

설계홍수량에 대해 안전하고 여유가 있으며 이상 홍수량 $1.2Q$ 가 통과하여도 일류언의 홍수능력에 변화가 없으며 이상홍수량의 경우 일류언 길이의 50% 정도는 잠류현상을 가져왔다.

나. 수정시험

그림 6의 점선과 같이 측수로바닥을 일류수심의 50% 즉 30cm 때(원형에서 0.60m) 만큼 높였다.

이때 측수로의 제원은 다음과 같다.

- 측수로 하류끝 { 폭 : 0.30m(원형에서 6.0m)
 { 깊이 : 0.25m(" 5.0m)
- 측수로 상류끝 { 폭 : 0.1m(" 2.0m)
 { 깊이 : 0.183m(" 3.66m)

측수로바닥구배 : 1/30

모형유량 : $Q_m = 0.0627(112m^3/sec)$

설계 모형유량에 대하여 일류수심 6.0cm(원형에서 1.2m)이고 측수로내의 수심 측정치는 표 12과 같다.

표 12.

측점	일류언쪽	외벽쪽	연도랑 깊이
0	0.208 ~ 0.224	0.213 ~ 0.225	0.283
10	0.213 ~ 0.227	0.226 ~ 0.238	0.20
20	0.205 ~ 0.216	0.225 ~ 0.237	0.217
30	0.192 ~ 0.204	0.225 ~ 0.237	0.234
40	0.186 ~ 0.195	0.214 ~ 0.225	0.25
45	0.119 ~ 0.135	0.176 ~ 0.190	

모형유량을 $1.2Q_m = 0.0752m^3/sec$ 으로 변경할때 일류수심은 6.9cm(원형에서 1.38m) 였으며 계산된 수심 6.78cm($1.13H = 1.13 \times 1.2 = 1.356m$) 보다 0.12cm(원형에서 0.024m)의 저수지수위상승을 가져왔으며 이는 일류계수가 2.4% 정도 감소됨을 나타내는 것이다.

그러나 본수치는 저수위상승에 크게 영향을 주지는 않았다.



그림 9. 일류수심 $H=1.2m(Q=112m^3/sec)$ 일때 측수로로 일류하는 수리현상

<위 : 설계홍수량(Q) 아래 : 이상홍수량(1.2Q)>

표 13.

측점	일류언쪽	외벽쪽	열도랑 깊이
0	0.233~0.247	0.235~0.248	0.183
10	0.255~0.273	0.248~0.259	0.20
20	0.254~0.275	0.253~0.267	0.217
30	0.258~0.282	0.245~0.256	0.234
40	0.226~0.244	0.224~0.245	0.25

이상 홍수량에 대한 측수로내의 수심은 표-13과 같다.

설계홍수량에 대해서도 상류쪽 40%정도의 일류언정이 물에잠기고 이상 홍수량에 대해서는 측수로안의 흐름의 상태가 좋지 않았다.

이상 홍수시에는 언정의 대부분이 측수로내의 수면보다 낮으나 저수지 수위 상승은 계획일류수심의 약 15% 정도로서 큰열함을 주지않았다.

3. 일류수심 1.50m의 경우

위의 여러가지 시험에서 원설제시험은 안전하고 충분한 여유가 있으므로 여기에서는 수정시험만을 행하였다.

- 측수로 하류끝 { 폭 : 0.37m(원형에서 7.4m)
 { 깊이: 0.275m(" 5.5m)
- 측수로 상류끝 { 폭 : 0.15m (" 3.0m)
 { 깊이: 0.175m(" 3.5m)

측수로바닥구배: 1/20

가. 설계유량(Qm=0.0872 Q=156m³/sec)일때 설계유량에 대하여 일류수심은 계획대로 0.75cm(원형에서 1.50m)이고 측수로 내의 수심 측량치는 그림-14와 같다.

표 14.

측점	일류언쪽	외벽쪽	열도랑 깊이
0	0.194~0.209	0.213~0.235	0.175
10	0.212~0.231	0.241~0.257	0.20
20	0.214~0.230	0.255~0.272	0.225
30	0.211~0.228	0.252~0.269	0.250
40	0.195~0.209	0.224~0.241	0.275
45	0.182~0.193	0.215~0.232	

위표에서 보면 일류언 길이의 50%정도의 잠류현상을 가지고 있음을 알수 있다.

표 15.

측점	일류언쪽	외벽쪽	열도랑 깊이
0	0.212~0.228	0.223~0.242	0.175
10	0.235~0.246	0.245~0.267	0.20
20	0.254~0.277	0.265~0.284	0.225
30	0.268~0.285	0.253~0.275	0.25
40	0.249~0.262	0.227~0.239	0.275
45	0.226~0.239	0.241~0.254	

나. 이상홍수량(1.2Qm=0.1046m³/sec)일때 이상홍수량에 대한 측수로안의 수심은 표-15와 같이 일류언의 대부분이 잠류되고 일류수심은 계획 일류수심 8.5cm(원형에서 1.70m)에서 큰 차이가 없었다. 유량이 크고 저수지 탱크는 적어 정수가 잘되지 않아 이경우 정밀성은 다소 낮으나 이상홍수량은 역시 안전하게 배제할수 있음이 확인 되었으며 저수위의 상승도 일류수심의 13.3% 권내에 해당 되었다



그림 10. 일류수심 H=1.5m(Q=156m³/sec)일때 측수로로 일류하는 수리현상
<위: 설계홍수량(Q) 아래: 이상홍수량(1.2Q)>

V. 결 론

이상의 시험결과에 의하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 계획설계 홍수량에 대해서 Hinds 식 공식을 이용한 측수로의 설계는 시험에서의 측수로 수면고를 해당 일류수심의 50% 즉 1선까지 감류되도록 수로 저면고를 조절하여도 저수위의 변동에 큰 지장을 주지 않는다.

2. Hinds 식 공식을 이용한 측수로의 설계는 원설계(그림 5, 6, 7의 실선)에서 설계 홍수량(Q)를 일류수심에 관계없이 모두 안전하게 배제하였다.

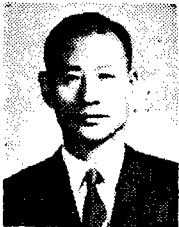
3. 홍수량의 안전배제와 경제적인 측수로 단면을 고려하여 이상홍수량(異常洪水量) 즉 $1.2Q$ 를 적용 검토한바 일류수심 $H=0.9, 1.2, 1.5m$ 에 있어서 수정설계(그림 5, 6, 7의 점선)에서 역시 안전한 홍수 배제를 가져왔으며 다만 일류계수는 설계일류계수(표 3, 4, 5)보다 2.4% 내외로 감소되었다. 이것을 일류수심으로 환산 비교하면 설계일류수심의 약 14%내외가 상승되나 이 영향은 제당의 여유로 보아 큰 문제는 되지 않을 것으로 본다.

끝으로 본 연구보고서는 수리시험결과 과정에서 우선적으로 관찰된 사항을 수록하였으며 앞으로 측정치를 면밀히 분석하여 본다면 더욱 참고 자료를 얻을수있을 것으로 기대되는바 추후 계속 연구발표코저 한다.

참 고 문 헌

- ① 김주창 1969. 12 : 옆도랑식 물넘이에 대한 실험적 연구, 수리시험보고서 제46호 서울.
- ② 농림부 1968. 12 : 토지개량사업계획설계 기준(월면편) 서울 : (153~213)
- ③ 東郷成藏 1963. 1 : 定コウ配 側水路余水吐の 水理解析と その 經濟的斷面. 農業土木究研 別冊5 號 東京 : (49~52)
- ④ 原 漢造, 1966. 7 : 溝, 河川, 管水路, 堰 及び 排水門の 流量斷面算定例解, 有名書房 東京
- ⑤ 土聯 農土研, 1967. 12 實用的인 重要 水理計算 技指(57) 서울
- ⑥ ASCE 1963 : Hydraulic Models A.S.C.E Manuals of Eng. practice. 25. New York
- ⑦ USBR 1965 : Design of Small Dams U. S. B. R. Washington : (270~291)

會 員 動 靜



우리學會 理事이며 現 서울農業大學 教授 李基春 先生은 지난 7月 1日 朴大統領 就任 一週年 記念日에 大統領으로부터 教育分野 發展에 盡力하고 國民福祉向上에 크게 이바지한 功勞로 國民勳章(石榴章)을 받았습니다. 會員 여러분과 더불어 祝賀하여 마지 않습니다.

<編輯者>