

# 팔당댐방류량검정을 위한 고안지점 수위-유량관계곡선의 재산정

## The Re-Evaluation of Rating Curve at Goan Station for Discharge Calibration of Paldang Dam

서규우\*,이원환\*\*,조원철\*\*\*,허준행\*\*\*\*

### 1. 서론

팔당댐은 남·북한강의 합류점인 경기도 양평군 양수리 하류측 약 3km 위치에서 경안천을 합류하여 한강하류부의 1,500여만명을 수용하고 있는 수도권을 직하류에 두게 됨으로서 나날이 증가되는 각종 용수수요의 공급원으로 전환되어 당초의 목적과 그 기능 및 비중이 달라지게 되었다. 더욱이 1973년 준공후 20여년이 경과되면서 댐 하류부는 하상형태의 변화 및 하상세굴에 수반된 수면저하가 가시적으로 발생하게 되었다.

이와 같은 하상변동으로 인한 수면저하현상으로 기존의 댐 방류수위표는 정상시는 물론이고 방류량 약 5,000cms이하에서는 팔당댐 하류부 수위의 변동을 제대로 나타낼 수 없게 되어 1990년 9월 홍수시 한강홍수통제소로 제보된 수위나 방류량 자료들이 고안지점에서 계측된 수위자료에 의한 유량자료와의 비교에서 서로간의 신뢰도에 문제가 제기되기에 이르렀다.

팔당댐으로부터의 방류량과 팔당댐 하류 수위자료는 홍수시나 갈수시를 망라하고 한강하류부의 홍수관리나 용수관리면에 지극히 중요한 기본 자료가 되므로 금번에 한전에서 새로이 작성하여 사용할 수문조작기준 및 댐방류량산정식에 의한 방류량을, 건설교통부의 한강홍수통제소가 관리하는 댐 하류 1.7km에 위치한 고안 수위표지점에서 다시 한번 검정하여 봄으로서 댐 및 하천관리를 담당하고 있는 기관에서는 정확하고도 믿을 수 있는 수문자료를 획득할 수 있도록 해야 한다. 그러므로 본 지점에서의 수위-유량관계곡선은, 인도교지점과 더불어 한강의 치수방제적인 측면에서 한강하류부를 대표하는 중요한 지점이므로, 새롭게 정립될 필요성이 있으며 또한 금년에 완공된 팔당대교의 수위표제작시 중요한 기준자료 및 검정자료로 사용할 수 있으므로 추후 이 지점에서의 연구가 보다 집중적으로 다루어져야 하겠다.

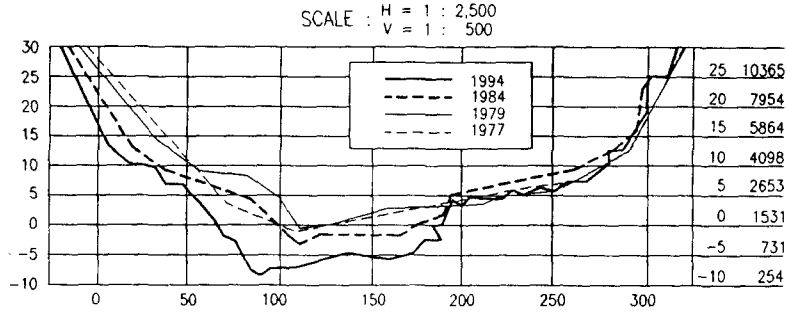
### 2. 고안지점 조사측량 성과

댐하류부에서부터 고안지점으로 내려오면서 실시한 여러 측량성과중 횡단측량은 종단측점에 따라 하천 유심의 직각방향으로 실시하되 기왕 홍수위선 이상 지점까지 실시하였다. 횡단간격은 100m를 원칙으로 하되 고안수위표, 상·하류 20m 구간에 대하여는 20m 간격으로 실시하였다. 1개 횡단형에서의 측정거리 20m를 원칙으로 하되 지형이 급변하는 지점은 보충하여 횡단면도를 작성하였다.

---

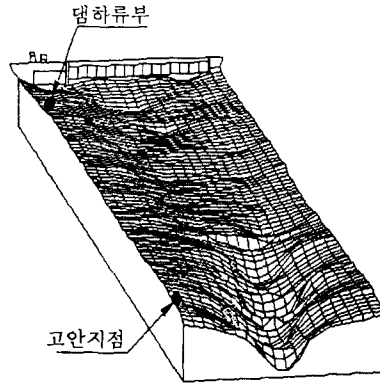
\* 연세대학교 토목공학과 박사과정  
\*\* 연세대학교 토목공학과 명예교수  
\*\*\* 연세대학교 토목공학과 교수  
\*\*\*\* 연세대학교 토목공학과 조교수

중·횡단측량성과중 고안지점을 기준으로 상하류 100m구간을 20m 간격으로 구분을 하여 세분한 것을 살펴보면 고안지점에 해당하는 종단 기준측점의 우안기준은 23.85 EL.m이다. 여기서 좌안을 향해 횡으로 202m 정도 진행하면 -8.50 EL.m로 유심부에 해당되며 하폭은 좌우안기준으로 볼때 314.5m이다. 이 성과 및 기왕의 하상변동자료를 이용하여 그린 다음의 그림 1은 고안지점 하상의 경년변화에 따른 횡단면의 변화양상을 보여 준다.



<그림 1 고안지점하상의 경년변화에 따른 횡단면의 변화양상>

본 조사측량에서 얻은 성과로 팔당댐하류부 및 고안지점까지의 하상형태를 3차원으로 입체도시하면 그림 2와 같다.



<그림 2 댐하류부 하상형태의 3차원 입체도시도>

### 3. 고안지점에서의 기왕의 수위-유량 관계곡선

'86년 이후 현재까지 사용되고 있는 수위-유량 관계곡선식은 식 (1)과 같으며, 이를 그림으로 나타내면 그림 3과 같다.

$$Q = 226.5648 \cdot h^{1.8369}, h \geq 5.9\text{m},$$

$$Q = 198.2448 \cdot h^{1.91187}, h < 5.9\text{m} \quad (1)$$

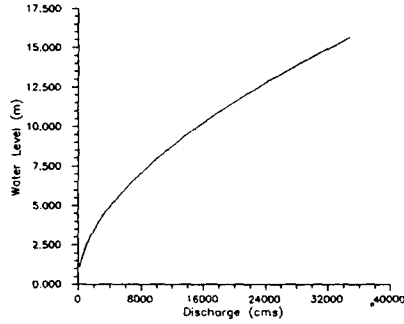


그림 3 고안지점의 수위-유량관계곡선(1986년,한강홍수에경보)

한편 기왕에 사용된 고안지점에서의 수위-유량관계곡선식을 적용년대순으로 정리하면 표 1과 같다.

표 1 고안지점의 기왕의 수위-유량관계곡선식

번호	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /sec)	수록문헌	비 고	
1	h ≥ 5.5 1.20 < h < 5.5 h ≤ 1.20	Q = -6141.47 + 1767.11h + 25.73h <sup>2</sup> Q = 46h <sup>2.66</sup> Q = 4.60 - 139.00h + 82.62h <sup>2</sup>	조선하천조사서 (1929)	영점표고(EL.m)변화 ~66.12. : 10.284 ~78.5.(87.12) : 10.255 ~현재 : 8.795	
2	1.0 < h ≤ 2.45 2.45 < h < 12.00	Q = 19.61 - 92.17h + 108.30h <sup>2</sup> Q = 59.49 - 181.18h + 137.95h <sup>2</sup>	한국수문조사서 (1963)		
3		Q = 71.80 - 239.99h + 200.56h <sup>2</sup>	한국하천요람 제2편 (1958)		
4	h ≤ 2.00 h > 2.00	Q = 0.078 - 4.36h + 60.60h <sup>2</sup> Q = 48.02h <sup>2.498</sup>	한국수문조사연보 (1964)		
5	h ≥ 2.30	Q = 88.0h <sup>2.16</sup>	한강유역조사사업 1968년도 성과보고서 (1969)		
6		Q = 103.32h <sup>2.073</sup>	한강 홍수에경보 (1986)		
7	h < 11.26 h ≥ 11.26	Q = 16.36h <sup>2.98</sup> Q = 1160.21h <sup>1.22</sup>	한국수문조사연보 (1978)		
8		Q = 3025 - 1867.12h + 130.76h <sup>2</sup>	한강홍수에경보 program 및 정수분석 보고서 (1978)		팔당댐 방류량에 의한 산 정식
9	h ≤ 7.0 7.0 < h < 13.5	Q = 100.872h <sup>2.2697</sup> Q = 226.5648h <sup>1.8639</sup>			
10	h ≤ 7.0 h > 7.0	Q = 100.872h <sup>2.2697</sup> Q = 177.246h <sup>1.981</sup>	충주다목적댐 건설에 따른 한강홍수에경보 프로그램 개선보고서 (1985)		
11	h ≥ 5.9 h < 5.9	Q = 226.5648h <sup>1.8369</sup> Q = 198.244h <sup>1.9187</sup>	한강홍수에경보(1986)	팔당댐 방류량과 고안수 위자료의 상관관계에 의 한 곡선식	

표 1 및 그림 1에서 보듯이 고안지점하상은 댐 건설후 계속 변화되어 왔으며 86년이후에도 하상저하가 크게 일어나서 현재 사용하고 있는 수위-유량 관계곡선식은 실제의 상태를 잘 반영해 주지 못하고 있음을 알 수 있다.

#### 4. 고안지점의 수위-유량관계곡선 산정

본 연구에서는 수리모형실험과 수치모형실험에서 얻어진 수위-유량 자료를 이용하여 새로운 수위-유량관계곡선식을 구하였다.

수리모형실험의 댐방류량 산정실험시 수리모형에서는 고안지점의 좌안과 우안에 수위계측장치를 설치하여 고안지점에서의 정확한 수위를 구하였으며 이 수위에 따른 유량을 위어수심을 통해 유량값을 산정하여 관계식을 확립하였다.

저유량에 대해서는 고안지점에서 800cms이내범위의 저유량에서는 200cms, 300cms, 400cms, 500cms, 800cms로 달리하여 5회에 걸쳐 단면별 횡단 20m간격으로 부표를 띄우고 3점법으로 유속을 측정함으로써 횡단측량 성과와 함께 정밀유량관측을 실시하였다. 저유량에 대한 유량관측결과를 정리하면 표 2와 같다.

표 2 고안수위표 지점의 유량측량 성과

고안지점 수위표값 (m)	평균유속 (m/sec)	단면적 (m <sup>2</sup> )	유량 (cms)
-1.110	0.11	1956.60	212.10
-0.920	0.15	2002.60	304.81
-0.665	0.21	2049.40	425.83
-0.405	0.25	2096.68	527.80
0.000	0.38	2206.94	828.90

그리고 수리모형실험을 통해 3,500cms이상 27,000cms까지의 유량별 수위자료는 표 3과 같다.

표 3 수위-유량자료(수리모형실험)

유량 (cms)	수위(El.m)		유량 (cms)	수위(El.m)		유량 (cms)	수위(El.m)	
	고안(우안)	고안(좌안)		고안(우안)	고안(좌안)		고안(우안)	고안(좌안)
3574	10.65	10.65	15235	17.00	17.10	23216	20.50	20.40
5003	11.60	11.60	16108	17.40	17.40	24030	20.60	20.50
5599	12.25	12.20	16697	17.80	17.80	24687	20.90	20.90
6727	12.80	12.80	17592	18.00	18.10	25017	21.10	21.20
8151	13.50	13.50	17969	18.40	18.40	25514	21.20	21.30
10032	14.50	14.50	18958	18.70	18.70	25847	21.30	21.50
10814	14.95	14.95	20117	19.40	19.40	26181	21.70	21.60
11948	15.40	15.40	21137	19.45	19.45	26349	21.80	21.80
12835	15.80	15.80	21295	19.70	19.70			
13809	16.60	16.60	22571	20.00	20.00			

고안지점의 경우 유심이 깊고, 그 지점의 단면폭이 좁은 형태를 가지고 있으므로 정확한 계측을 위해서 본 실험에서는 수위관측을 2지점단면에서 측정하였다. 실험에서 나온 결과를 이용하여 회귀분석에 의해 얻은 수위-유량관계곡선식은 전구간에 걸쳐 하나의 식으로 표현하였으며, 그 형태는 식 (2)와 같다.

$$Q = 67.8474h^2 + 1120.08h + 1415.58 \quad (2)$$

한편 RMA-2V모형을 이용한 수치모형실험을 통해 수위-유량관계곡선을 구하여 비교검토를 하였다. 팔당댐방류량상정을 위한 수치모형실험중 Large Scale Model에 의한 고안지점의 유량에 따른 수위변화는 수치모형실험 결과로부터 고안지점의 수위가 잘 합치되는 구간의 평균유량과 그때의 조도계수값을 회귀분석하여 유량과 조도계수의 상관관계식을 2차다항관계식과 선형관계식으로 수립한 후, 이 두가지 유량-조도계수 관계식을 이용한 수위-유량관계곡선을 작성하였다. 표 4는 두가지 유량-조도계수 관계식을 이용한 수치모형실험 결과에 의한 유량별 수위를 나타낸 것이다.

표 4 기존의 고안지점 수위-유량곡선과 수리실험 및 수치실험에 의한 유량별 수위

유 량 (cms)	수치모형의 계산수위(EL.)		유 량 (cms)	수치모형의 계산수위(EL.)	
	선형 관계식	2차 다항 관계식		선형 관계식	2차 다항 관계식
5000.0	11.889	11.785	22000.0	20.105	20.086
6000.0	12.662	12.566	23000.0	20.418	20.387
7000.0	13.367	13.282	24000.0	20.722	20.678
8000.0	14.017	13.946	25000.0	21.005	20.948
9000.0	14.620	14.566	26000.0	21.290	21.210
10000.0	15.184	15.137	27000.0	21.568	21.475
11000.0	15.715	15.687	28000.0	21.838	21.710
12000.0	16.215	16.196	29000.0	22.100	21.950
13000.0	16.688	16.680	30000.0	22.356	22.183
14000.0	17.127	17.129	31000.0	22.605	22.399
15000.0	17.556	17.568	32000.0	22.848	22.609
16000.0	17.966	17.977	33000.0	23.085	22.815
17000.0	18.358	18.368	34000.0	23.317	23.015
18000.0	18.734	18.743	34000.0	23.317	23.015
19000.0	19.096	19.104	35000.0	23.532	23.201
20000.0	19.445	19.452	36000.0	23.754	23.382
21000.0	19.780	19.775	37000.0	23.971	23.570

팔당댐의 방류량이 5,000cms 이하인 경우, 잠실수중보의 영향으로 인도교지점의 수위를 하류단 경계조건으로 설정하는 것이 부적절하기 때문에 5,000cms에서 1,000cms 간격으로 최대 설계홍수량인 37,000cms까지 수치모의하였다. 방류량별 수위계산은 각각의 유량에 대해 정상상태에 도달했을 때의 수위값을 구하였다. 그림 4와 그림 5는 고안지점의 기존의 수위-유량 관계곡선과 수리모형실험에 의한 수위-유량 관계곡선 그리고 두가지 유량-조도계수관계식을 각각 이용한 수치실험에 의한 수위-유량관계를 비교하기 위해서 도시한 것이다. 그림에서 나타난 바와 같이 수리모형실험과 수치실험에 의한 유량별 수위가 기존의 수위-유량관계식에 의한 유량별 수위보다 15,000cms 전후에서 1m 정도 낮으며, 저유량인 경우 그 차이가 보다 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 댐 직하류로부터 고안지점에 이르는 구간이 상류로부터의 유사유입 차단과 수류의 소류작용 등에 의한 댐 하류부의 하상저하와 경기지구 한강종합개발사업시 하도정비사업의 일환인 하류부 하

상골개채취로 인한 배수효과의 감소 등이 지배적인 원인이라 생각된다. 한편, 수리실험 결과와 수치실험 결과는 22,000cms 이상에서 근사한 값을 나타내고 있으며, 2차 다항식 유량-조도계수 관계식을 이용한 수치실험 결과가 고유량에서 수리모형실험 결과값과 보다 일치함을 볼 수 있다.

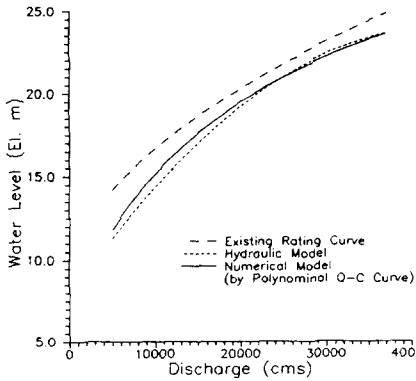


그림 4 고안지점의 수위-유량관계곡선  
(2차 다항 유량-조도계수관계식 적용)

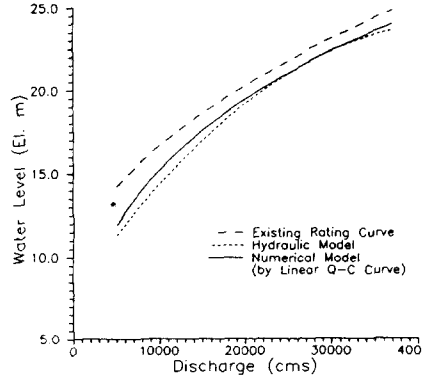


그림 5 고안지점의 수위-유량관계곡선  
(선형 유량-조도계수관계식 적용)

수리모형실험과 수치모형실험에 대한 고안지점의 수위를 비교·검토한 결과, Large Scale Model에 의한 고안지점의 유량에 따른 수위변화는 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났으며, 이러한 수리-수치모형의 비교결과를 종합해 볼때 수리모형실험은 적절하게 이루어진 것으로 생각되어 이를 고안지점의 수위-유량관계곡선식으로 채택하였다.

## 5. 결론

이상과 같이 수리실험을 통해 고안지점에서의 수위-유량관계곡선을 1986년 이후 10여년만에 재산정함으로써 팔당댐에서 1.7km의 거리를 두고 중간에 유입하거나 빠져나가는 지천이 없이 거의 직선수로 이어져 있는 특성을 감안할 때 팔당댐의 수문조작에 의해 방류되는 유량을 고안지점의 수위계측에 의해 곧바로 검정해 볼 수 있겠다. 그리고 이 결과는 앞으로 하절기를 거치면서 실제 방류량에 대해 약간의 시간차를 무시하고 수위계측을 실시해 봄으로서 더욱 확실해 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 1994년 한국전력공사 기술연구원의 학술용역(과제번호 KRC-94Z02)결과의 일부로 지원기관 및 관계자에게 감사드린다.

## 6. 참고문헌

- 건설부, 한강하류부 수리모형실험, 1985.
- 건설부/한강홍수통제소, 한강홍수예경보, (1983.12.~1993.12)
- 한국건설기술연구원, 수자원관리기법 개발연구조사 수위유량관계곡선 자료집, 1994.12.
- 한국건설기술연구원, 유량측정방법의 적용에 관한 연구, 1992.
- 한국전력공사, 팔당댐 방류량산정 개선에 관한 연구, 1995.
- 이원환, 수문학, 문운당, 1994.
- Chow, V.T., Applied Hydrology, McGraw Hill, 1988.
- King, I. P., User's Manual for RMA Model, 1992.