

## 치수능력 증대에 따른 저수지시스템 분석

박 기 범 · 이 순 탁\*

안동과학대학 건설정보과, \*영남대학교 토목도시환경공학부  
(2005년 6월 15일 접수; 2005년 10월 12일 채택)

### Analysis of Small reservoir system by Flood control ability augmentation

Ki-Bum Park and Soon-Tak Lee\*

Department of Construction Information, Andong Science College, Andong 760-820, Korea

\*School of Civil, Urban & Environment Engineering, Yeungnam University, Gyongsan 712-749, Korea

(Manuscript received 15 June, 2005; accepted 12 October, 2005)

As a research establish reservoir safety operation for small dam systems. This study presents hydrologic analysis conducted in the Duckdong and Bomun dam watershed based on various rainfall data and increase inflow. Especially the Duckdong dam without flood control feature are widely exposed to the risk of flooding, thus it is constructed emergency gate at present. In this study reservoir routing program was simulation for basin runoff estimating using HEC-HMS model, the model simulation the reservoir condition of emergency gate with and without. At the reservoir analysis results is the Duckdong dam average storage decrease 20% with emergency gate than without emergency gate. Also, the Bomun dam is not affected by the Duckdong flood control augmentation.

Key Words : Reservoir, Flood control ability, Emergency gate

#### 1. 서 론

최근 이상기후에 따른 강우의 증가와 도시화 및 개발에 의한 홍수유출량이 증가되고 있으나 이를 방어할 홍수방어대책이나 시설들은 노후화 되거나 홍수조절능력이 감소되어 시설물의 보강이나 새로운 홍수조절용 댐 등의 건설이 시급한 실정이다. 그러나 사회가 발달하고 개인주의가 팽창함에 따라 새로운 댐의 건설은 계획의 수립단계에서부터 현재 상당히 어려운 일이며 과정이 복잡하고 많은 사람들의 합의와 동의가 필요하게 되었다.

따라서 현재 기존 홍수조절 시설물들을 보강하여 홍수조절능력을 향상시키는 것이 우선은 가장 빠르게 유역의 홍수방어를 할 수 있는 대안이 되고 있다. 최근 들어 기존 댐에 대하여 홍수조절용량을 증대시키기 위하여 댐을 증고하거나 농업용저수지와 같이 홍수조절 수문이 없는 경우에는 비상수문을

설치하는 등 많은 방법이 시도되고 있는 실정이다. 최근관련 연구로서는 권순국 등<sup>1)</sup>이 성주댐의 PMP와 같은 극한 경우 발생시 성주댐에 대하여 비상수문설치에 따른 여러 가지 경우를 가정하여 홍수조절 검토를 하였다. 이와 같이 최근에 이르러 용수공급단의 목적을 가진 중소규모 저수지를 대상으로 홍수조절기능을 강화하기 위하여 비상 수문 등의 설치가 적극 검토되고 있는 상황이다. 또한 비상 수문을 설치함에 따라서 댐의 홍수조절기능과 저류상황과 방류상황의 변화 그리고 하류의 상황의 변화 등이 검토가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 형산강 유역의 덕동댐이 글래디스, 루사, 매미등 대형 태풍들과 집중호우들의 발생이 빈번하게 발생함에 따라 홍수유입량이 급증하여 댐의 안정성과 홍수조절 능력의 향상을 위하여 덕동댐에 비상 수문이 설치되었다. 따라서, 덕동댐에 비상 수문의 설치에 따라 덕동댐과 보문호의 홍수시 저수지 상태가 변화할 것이며 이에 따른 홍수시 덕동댐과 보문호의 저수지 상태를 분석하였다.

덕동댐과 보문호를 대상으로 덕동댐의 비상 수문

Corresponding Author : Ki-Bum Park, Department of Construction Information, Andong Science College, Andong 760-820, Korea  
Phone: +82-54-852-9001  
E-mail: pkb5032@naver.com

의 설치에 따른 저류상태와 방류능력을 검토하기 위하여 유역의 실제호우에 대한 홍수분석 결과로부터 저수지의 상태분석, 유입량-저류량-방류량 분석 및 덕동댐의 비상 수문 설치에 따른 방류능력을 분석하였으며 이로부터 덕동댐·보문호 하류의 홍수유출 상황을 분석·검토 하였다. 저수지 분석과정은 저수지 상태분석, 저수지 유입량-저수량-방류량(Inflow-storage-outflow) 분석 및 방류능력 검토 등의 3단계로 나누었으며 각 단계별로 덕동댐과 보문호를 분석·검토하였다.

덕동댐과 보문호의 저수지 분석과정은 먼저, 저수지 상태검토에서 저수지의 제원과 배치, 여수로구조 등을 조사하였으며, 다음으로 저수지의 유입량-저수량-방류량 해석을 실시하기 위하여 수위별 저류량-방류량 관계를 조사하였고, 덕동댐과 보문호의 저류상태와 방류능력분석을 위해서 실제호우와 확률호우시의 저수지의 상태를 분석 하였다.

## 2. 홍수량 산정 및 저수지 분석

### 2.1. 홍수량 산정

덕동댐과 보문호가 위치하고 있는 형산강의 제1지류인 북천유역의 홍수량 산정을 위한 하천수계구성은 하천수계의 구성은 경주시 북천 저수호안공원 조성에 대한 수리수문학적 조사연구 보고서<sup>3)</sup>를 참조하여 북천유역에 덕동댐 상류의 2개 유역과 보문호 상류유역 그리고 북천하구유역 등으로 나누었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 HMS를 이용하여 분석하고자 덕동댐 상류 2개 유역, 보문호 상류, 북천하류유역으로 구성하였다.

유역의 수문학적 특성분석에 필요한 지형인자는 WMS<sup>2)</sup>모형을 이용하여 조사 분석하였다. 모델의 분석을 위하여 Fig. 2은 북천유역의 3차원으로 구성한 것이고 Fig. 3은 DEM을 구성한 것이다. 소유역별

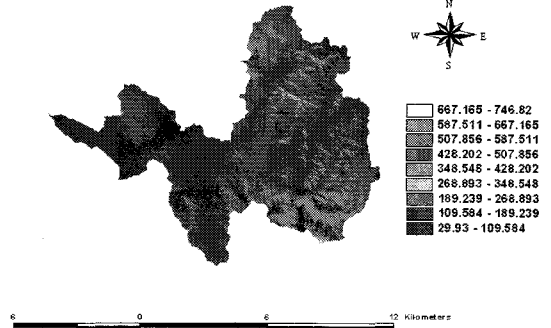


Fig. 2. 3D of Bukchon basin.

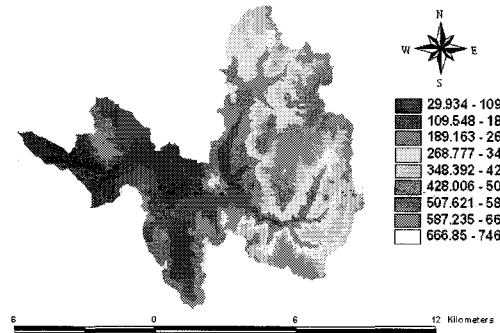


Fig. 3. DEM of Bukchon basin.

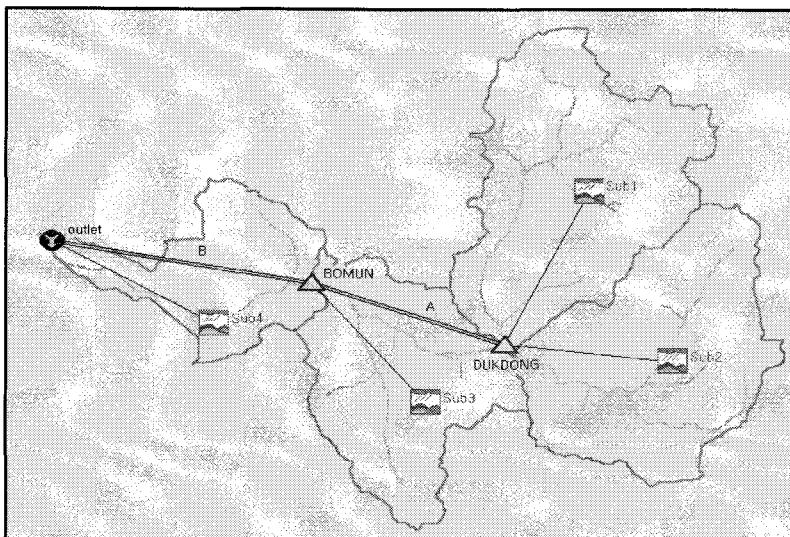


Fig. 1. Buckchon system by HMS.

지형인자는 유역면적(A), 유로연장(L), 유로중심장(Lc), 지표의 표고차(ΔHs) 및 수로경사(Sc) 등을 주요조사 대상으로 하였다. 소유역으로 분할된 지형인자는 지형도(1/25,000)로부터 조사하였으며, 이들 인자는 홍수유출해석의 매개변수 산정에 이용하도록 하였다. 각 소유역별 지형인자를 조사 분석한 결과는 Table 1과 같다.

본 연구에서는 홍수량 산정을 위하여 HEC-HMS<sup>4)</sup>의 Clark모형을 사용하였으며, Clark 모형은 가상의 저수지가 유역출구에 1개 존재하며, 이 저수지의 저류량과 유출량은 선형의 관계를 가지는 선형 저수지라 가정하여 유역 추적을 실시하였다. 또한 IUH로부터 Δt 지속시간을 가지는 단위유량도와 지속시간이 nΔt인 단위유량도의 종거좌표를 이용하여 단위도를 구할 수 있다. 이 모델에 있어서 매개변수는

저류량과 유량의 비를 나타내는 저류상수와 유역도달시간이 필요하다.

$$R = 2.115(L \cdot L_{ca} / S^{0.5})^{0.077} \quad (1)$$

$$T_c = 2.706(L / S^{0.5})^{0.071} \quad (2)$$

여기서, R는 저류상수, Tc는 유역지체시간(hr), L은 유로연장(km), Lca는 유로중심장(km)이고, S는 하도의 경사이다. 식(1)과 식(2)로부터 소유역별 저류상수 R과 유역지체시간 Tc를 계산한 결과 Table. 2와 같다.

다음으로 최근 호우사상인 2002년의 태풍 루사와 2003년의 태풍 매미당시의 북천유역의 강우량 자료를 수집하여 지속시간별 최대강우를 산정한 결과 다음 Table 3과 Table 4와 같다.

북천유역의 홍수유출량 산정에 있어서는 주요 호

Table 1. Characteristics of subbasin

Sub basin No.	Area (Km <sup>2</sup> )	Length (Km)	Centroid length(km)	Channel Slope (m/m)
1	26.90	11.21	6.58	0.0407
2	24.48	10.23	4.85	0.0305
3	19.10	7.89	3.54	0.0239
4	12.73	11.21	3.79	0.0196

Table 2. Parameters of Clark model

(Unit : hr)

Sub basin	Tc	R
1	1.42	2.86
2	1.52	2.98
3	1.20	1.10
4	1.94	1.03

Table 3. Elevation-Duration Precipitation of Gyeongju by Rusa

(Unit : mm)

Site	Duration(Hr)												
	1	2	3	4	6	8	9	12	15	18	24	48	72
Gyeongju	29	45	61	74	112	134	139	140	141	142	149	157	157
Bulkuksa	36	68	94	127	174	204	206	228	241	245	250	260	260
Chunbuk	46	86	126	160	218	259	270	296	312	330	353	367	367
Gunchun	29	51	68	95	129	150	158	172	174	182	189	198	198
Gibuk	29	47	65	87	122	137	144	160	166	167	170	176	176
Dukdong	57	97	113	140	206	238	259	282	293	300	307	324	324

Table 4. Elevation-Duration Precipitation of Gyeongju by Memi

(Unit : mm)

Site	Duration(Hr)												
	1	2	3	4	6	8	9	12	15	18	24	48	72
Gyeongju	27	27	33	36	47	55	58	62	72	74	108	123	123
Bulkuksa	47	47	47	49	79	81	81	82	85	87	136	152	152
Chunbuk	63	63	63	74	121	121	121	122	123	132	175	188	188
Gunchun	27	27	33	36	46	55	58	62	72	74	108	123	123
Gibuk	41	50	51	52	65	67	69	78	90	93	145	154	154
Dukdong	32	62	62	63	96	110	110	112	112	114	173	192	192

우시의 실제홍수량(2002년 8월 루사 태풍, 2003년 9월 매미 태풍)을 Clark 모델을 이용하여 Table 5와 같이 산정되었으며, 북천유역의 확률강우량을 산정하여 확률홍수량을 산정한 결과는 Table 6과 같다.

2.2. 저수지 분석

북천유역 상류에 위치한 덕동댐과 덕동댐 하류의 보문호는 직렬로 구성되어 있으며, 북천 하류유역의 홍수량에 직접적인 영향을 미치고 있다. 북천유역의 상류에 위치한 덕동댐과 하류에 보문호는 직렬로 연결되어 있다. 특히 덕동댐의 유역면적은 51.70km<sup>2</sup>, 총 저수량은 3,270만 m<sup>3</sup>이고 보문호의 유역면적은 20.30 km<sup>2</sup>, 총 저수량은 983.4만 m<sup>3</sup>에 이르고 있다. 그러나 북천 유역에 직렬로 배치된 두 저수지의 안전문제는 덕동댐과 보문호 자체의 안전뿐만 아니라 보문호의 경우는 상류 저수지인 덕동댐의 안전 및 방류상태에 전적으로 지배된다<sup>5)</sup>.

덕동댐과 보문호의 경우 소규모 저수시설로서 당초 저수지의 설계목적이 용수공급에 있었으며, 이들 저수지는 경주지역의 생활용수, 농업용수, 관개용수 공급을 담당하고 있다. 특히 보문호의 경우 농업용수 공급과 관광 레저용으로 개발되어 여수로가 측만형(側灣形)으로 구성되어 있으며, 덕동댐의 경우 모

닝글로리형 여수로와 최근에 댐의 안정을 위하여 방류량 증가를 목적으로 설치된 비상수문이 있다. 덕동댐의 여수로는 홍수조절이 주목적이 아니기 때문에 저수지 내부에 취수탑을 설치하고 배수통관을 설치하여 하류의 용수공급을 담당하고 있으나 홍수시에는 댐 상류유역에서 유입하는 홍수량을 모닝글로리형 여수로에서 배수시키고 있다. 최근에 비상수문 설치에 따라 홍수시 홍수조절 용량을 증대시키고 동시에 방류량을 증가시키게 되었다.

덕동댐과 보문호의 여수로의 제원은 다음 Table 7과 같으며, 덕동댐과 보문호의 정부표고는 EL. 168.00m, EL. 92.50m이다.

덕동댐의 경우 나팔형 여수로는 일반적으로 저수지의 수위에 따라 3가지 형태의 방류 기능을 하게 되며, 이들 조건은 웨어의 월류상태를 오리피스 혹은 관유출 상태 및 관 만류 상태로 나누어 진다. 먼저 월류상태에서 방류량은 여수로 정부의 월류 중심 He에 영향을 받으므로 여수로 위로 월류하는 유량은 다음 식 (3)과 같이 된다.

$$Q = f(H_e^{3/2}) \tag{3}$$

다음으로 오리피스 혹은 관유출 상태에서 방류량은 여수로 연직부의 일부가 빠져서 관수로의 흐름을 형성하면서 중력과 압력차에 의한 흐름이 공유하는 상태이므로 방류량은 수평관로의 중심부에서 연직부에 물이 완전히 차있는 부분까지의 수두 Ha에 지배되며 이때의 월류량은 다음 식 (4)와 같다.

$$Q = f(H_a^{1/2}) \tag{4}$$

마지막으로 저수위가 상승하여 여수로의 입구부가 완전히 만수되면 웨어의 기능은 완전히 상실되

Table 5. Sub basin Peak flow of Events (Unit : m<sup>3</sup>/s)

Events	Sub basin	Peak flow
Rusa (2002. 8.30~9.3)	Dukdong dam	428
	Bomun dam	488
	Bukchun outlet	519
Memi (2003. 9.11~9.14)	Dukdong dam	207
	Bomun dam	226
	Bukchun outlet	252

Table 6. Results of frequency flood flow

(Unit : m<sup>3</sup>/s)

Sub basins	T=50	T=80	T=100	T=200	T=500
Dukdong dam	405	433	448	496	572
Bomun dam	455	491	509	569	663
Bukchun outlet	504	544	564	632	735

Table 7. Characteristics of Duckdong and Bomun Spillway

Classifications	Dukdong	Bomun	Remarks
Spillay Elevation	EL. 168.00m	EL. 92.50m	Morning glory spillway at Dukdong dam (D)=23.0m
Flood level	EL. 170.20m	EL. 94.00m	
Spillway length	L=72.22m	L=160.00m	
Emergency gate	2.0×2.0×2(B×H×N) Length L=88m Spillway L=190m Width B=15m	-	

어 관수로내 흐름 상태가 되며, 그 유량은 저수지 수면에서 수평관로부 중심까지의 높이( $H_T$ )에 손실 수두( $H_L$ )를 뺀 값에 영향을 받아 월류량은 다음 식(5)과 같이 된다.

$$Q = \Phi(H_T - H_L) \quad (5)$$

이와 같이 모닝글로리형 여수로의 수두에 따른 유량의 변화특성은 대단히 복잡하여 이론적인 해석만으로는 여수로의 설계가 불가능하므로 대부분의 경우 이론을 기초로 하는 수리모형 실험에 의한다. 일반적으로 모닝글로리형 여수로의 수두에 따른 유량은 다음 식(6)과 같다.

$$Q = CLH^{3/2} \quad (6)$$

여기서, H는 여수로 월류점에서 수면까지의 높이이고 L은 여수로 정부의 주변둘레이며 D는 L이나 H의 정의에 따라 달라지는 유량계수이다.

만일 L을 월류부의 외측 주변장( $R_s$ )으로 하고 수두(H)를 월류정부에 대한 수심으로 한다면 월류량은 다음 식(7)과 같다.

$$Q = C_0(2\pi R_s)H^{3/2} \quad (7)$$

원형 월류부에 대한 유량계수는 흐름이 집중하여 발생하는 잠언의 영향과 하류측 수압의 영향에 의해서 연직 월류부는 계수와 다르게 된다. 그러므로  $C_0$ 는  $H_0$ 와  $R_s$ 에 관련이 있고 그 비를  $H_0/R_s$ 로 표시할 수 있다.

접근 수심에 대한  $C_0$ 와  $H_0/R_s$ 의 관계는 Fig. 4 (Design of Small Dams<sup>6)</sup>)와 같다.

또한, 덕동댐 정밀안전진단 보고서<sup>7,8)</sup>에 의하면 홍수방어능력을 확보하고자 덕동댐 제체 우안에 여수로 1개소를 신설하고 비상 수문 1개소( $B \times H \times N =$

$2m \times 2m \times 2$ 련)를 신설하여 홍수경보발령시 사전방류가 가능하도록 하였으며, 기존의 모닝글로리여수로의 수위보다 0.5m 만수위를 낮추어 기존 여수로의 사용빈도를 가급적으로 줄이고자 하였다.

Fig. 5와 Fig. 6은 금회분석에 사용된 덕동댐의 저수위-저류용량곡선과 저수위-저류량-방류량 곡선이다.

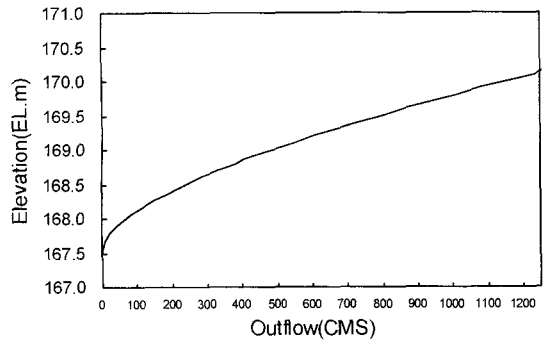


Fig. 5. Outflow-Elevation of Dukdong dam.

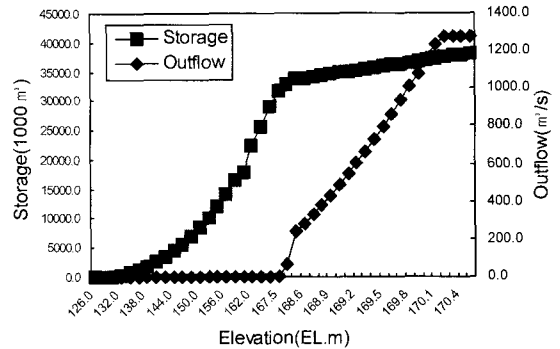


Fig. 6. Storage-Elevation-Outlet of Dukdong dam.

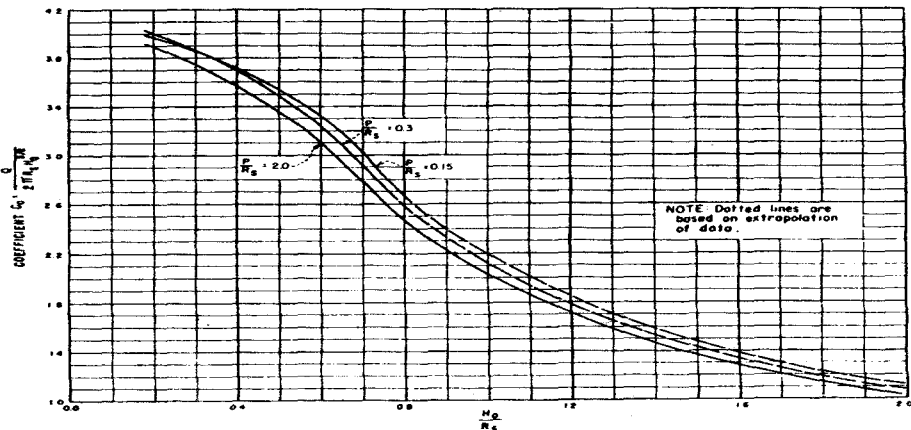


Fig. 4. Relation of  $C_0$  and  $H_0/R_s$  at Morning glory spillway.

보문호의 여수로로는 Fig. 7과 같이 측방형 여수로로서 일반적으로 Ogee형 웨어를 채택하고 있으며, 유량(Q)는 여수로의 유효길이(L), 접근유속 수두(h<sub>a</sub>)를 포함하는 총수두 H<sub>0</sub> 및 웨어의 형상에 따른 유량계수 C에 따라 다음과 같은 식 (8)로 계산된다.

$$Q = CLH_0^{3/2} \quad (8)$$

여기서, 유량계수 C는 유입수로 수심, 웨어 형상과 수맥의 관계, 상류수면경사, 하류수로조건 및 하류의 수위등에 따라 변화한다. 즉 Ogee형 여수로의 유량계수는 접근수두의 영향, 수두가 설계수두와 다를 때의 영향, 하류 물받이와 하류수위의 영향 등에 따라 달라진다. 따라서 여수로의 저수지 상태가 설계수두를 월류 하지 않고 하류물받이와 하류측 수위의 영향만을 고려하여 결정할 수 있다. 이러한 경우 접근유속수두(h<sub>a</sub>)를 포함한 총수두 H<sub>0</sub>와 상류벽높이 P인 P/H<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>의 관계는 Fig. 8과 같다. Fig. 9와 Fig. 10은 보문호의 저수위별 방류량 곡선과 저류량-저수위-방류량 관계를 나타내었다.

덕동댐의 저수지 상태 S<sub>1</sub> 또는 저수위 H<sub>1</sub>은 유입량 I<sub>1</sub>과 방류량 O<sub>1</sub>에 의해서 결정되며 보문호의 저수지상태 S<sub>2</sub> 또는 저수위 H<sub>2</sub>는 덕동댐의 유입량인

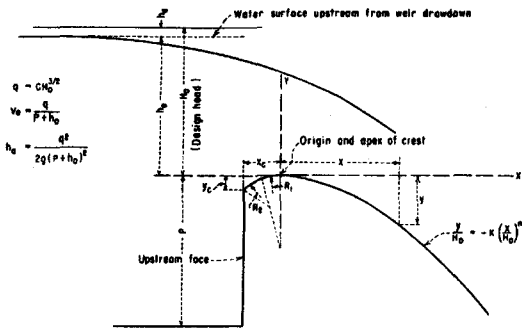


Fig. 7. overflow hydraulics in Ogee type weir.

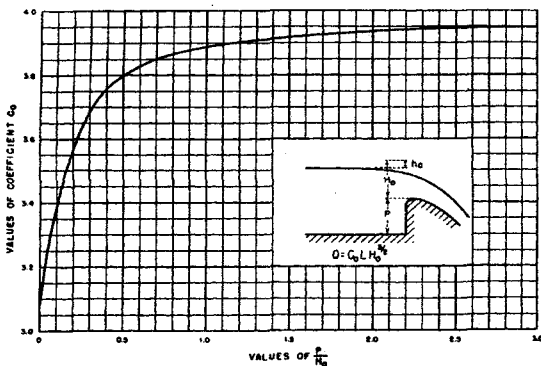


Fig. 8. Relation of C<sub>0</sub>와 H<sub>0</sub>/R<sub>0</sub> at Ogee type weir.

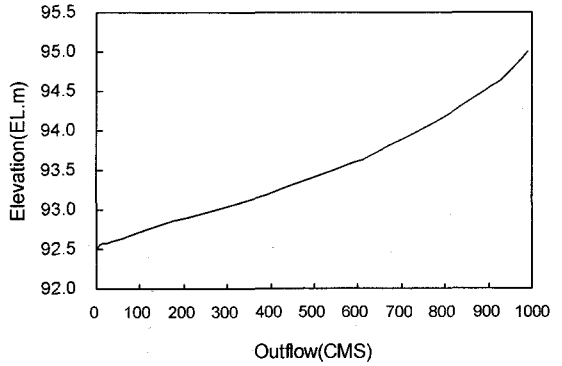


Fig. 9. Outflow-Elevation of Bomum dam.

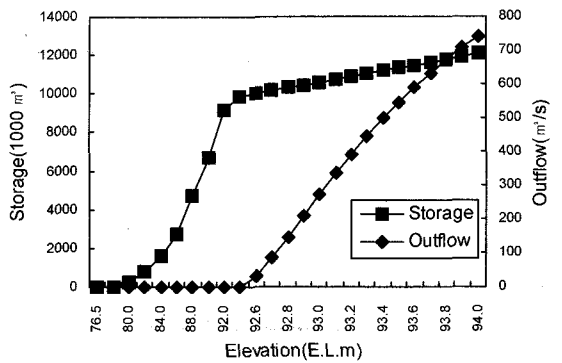


Fig. 10. Storage-Elevation-Outflow of Bomun dam.

유입량 I<sub>2</sub>'와 보문호유역의 유입량인 I<sub>2</sub>의 합인 I<sub>1</sub>+I<sub>2</sub>'와 보문호의 방류량 O<sub>2</sub>에 의해서 결정된다.

덕동댐의 저수지 상태(ds<sub>1</sub>/dt)는 연속방정식에 의해서 유입량과 방류량의 차로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{ds_1}{dt} = I_1 - O_1 \quad (9)$$

보문호의 저수지 상태(ds<sub>2</sub>/dt)는 연속방정식에 의하여 덕동댐 방류량과 보문호의 유입량의 합인 I<sub>1</sub>+I<sub>2</sub>'와 같이 나타낼 수 있으며 다음과 같다.

$$\frac{ds_2}{dt} = (I_2' + I_2) - O_2 \quad (10)$$

### 3. 분석결과

덕동댐과 보문호의 저수지 배치는 직렬배치로 구성되어 있으며, 덕동댐의 방류량이 보문호로 유입되어 보문호의 상류유역과 함께 보문호의 유입량이 된다.

덕동댐의 경우 최근 홍수유입량의 증가에 따라 방류량의 증대를 위하여 비상 수문을 설치하였으며, 비상 수문 설치에 따른 실제호우의 분석결과 태풍 루

사의 경우 덕동댐의 방류량이 약 30 m<sup>3</sup>/s 증가하였으며, 보문호의 경우 유입량이 39 m<sup>3</sup>/s이 증가하였으며 보문호의 방류량의 경우 62 m<sup>3</sup>/s가 증가하였다.

태풍 매미의 경우 덕동댐의 방류량이 비상 수문 설치한 경우 약 24 m<sup>3</sup>/s가 증가하였으며, 보문호의 유입량은 7 m<sup>3</sup>/sec이 증가하였으며 보문호의 방류량은 10 m<sup>3</sup>/s이 증가하였다. Table 6에 비상수문 설치에 따른 루사와 매미의 덕동댐과 보문호의 방류량을 비교하였다.

분석결과 덕동댐의 경우 2002년 루사 호우때 비상수문설치에 따라 평균저류량이 3.57%감소되었으며, 수위는 평균 0.5m감소되는 효과를 나타내는 것으로 분석되었으며, 보문호의 경우 평균저류량의 증가는 거의 없는 것으로 나타났으며, 평균수위의 상승도 없는 것으로 분석되어 덕동댐의 방류능력 증대에 의해서 하류에 위치한 보문호의 경우 저수지 상태에는 문제가 없는 것으로 분석되었다.

2003년 루사 호우의 경우 덕동댐의 평균저류량이 3.59%감소되었으며, 평균수위의 경우 0.6m정도 감소되는 것으로 분석되었다. 보문호의 경우 평균저류량의 증가 효과는 거의 없는 것으로 나타났으며, 평균수위의 경우 0.1m증가되는 것으로 분석되었다.

분석결과에 의하면 홍수시 덕동댐의 홍수조절능력 증대를 위하여 비상수문을 설치하여 방류량을 증대하여도 하류에 위치한 보문호의 저수지 상태에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

이는 덕동댐의 비상수문설치가 사전방류에 의하여 방류량의 첨두에 영향을 미치는 것보다 총방류 시간과 총방류량의 증가에만 영향을 미치므로 덕동댐의 홍수에 대한 방어능력을 키우고 보문호의 저수지 상태에도 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

비상 수문 설치 전·후에 따른 보문호의 방류가 북천하구의 영향을 살펴보면 2002년 태풍 루사의 경우 북천하구에 4.51%정도의 첨두방류량이 증가되었으며, 2003년 태풍 매미의 경우 4.63%정도 증가효과를 가지고 왔으나 북천하구에 홍수위험발생 위험에는 영향을 미치지 않는 범위로 판단된다. Table 8

은 비상 수문설치 전·후에 따른 덕동댐과 보문호 북천하구의 첨두홍수량의 변화에 대하여 나타내었으며, Table 9에는 평균저류량과 평균 수위를 비교하였으며, Fig. 11~Fig. 14에는 저류량과 저수위 변화를 나타내었다.

덕동댐의 경우 최근 홍수유입량의 증가에 따라 방류량의 증대를 위하여 비상 수문을 설치하였으며, 그에 따른 비상 수문 설치전과 설치후의 재현기간에 따른 50년, 80년, 100년, 200년, 500년 홍수량을 산정하여 Table 9에 비교하였다. 덕동댐의 비상 수문 설치에 따라 하류의 보문호는 홍수유입량이 증가하였으며 보문호의 유입이 증가함에 따라 보문호의 방류량도 증가 하는 경향을 나타내는 것으로 분석되었다. Fig. 15에서는 덕동댐과 보문호의 빈도별 방류량과 유입량을 나타내었다.

본 연구에서 덕동댐의 치수능력 증대를 위하여 비상 수문을 설치한 것에 대하여 최근에 발생한 대표적인 호우인 루사와 매미에 대하여 분석을 하였으며 그리고 Table 10에 나타난 바와 같이 확률홍수량을 산정하여 저수지 분석을 실시하였다.

비상수문 설치에 따라 덕동댐의 홍수조절 능력은 설계빈도 200년에 대하여 약 20%정도의 증가효과를 나타내었으며, 보문호의 경우 유입량이 35%정도 증가하였다. 보문호의 방류량은 약 35%증가가 되어 북천하류에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 향후

Table 8. Comparison of Peak flow (Unit : m<sup>3</sup>/sec)

Storms	Classifications	Before Emeg. gate	After Emeg. gate
Rusa	Dukdong inflow	428	428
	Dukdong outflow	361	391
	Bomun inflow	465	504
	Bomun outflow	446	488
Memi	Dukdong inflow	207	207
	Dukdong outflow	141	165
	Bomun inflow	219	226
	Bomun outflow	206	216

Table 9. Comparison of average storage and elevations by emergency gate

Storms	Classifications		Before Emeg. gate	After Emeg. gate
Rusa	Duckdong	Ave. Storage(1,000m <sup>3</sup> )	33,194.2	32,008.7
		Ave Elevations(EL.m)	168.2	167.7
	Bomun	Ave. Storage(1,000m <sup>3</sup> )	9,857.8	9,862.6
		Ave Elevations(EL.m)	92.5	92.5
Memi	Duckdong	Ave. Storage(1,000m <sup>3</sup> )	33,288.0	32,092.3
		Ave Elevations(EL.m)	168.3	167.7
	Bomun	Ave. Storage(1,000m <sup>3</sup> )	9,811.8	9,816.9
		Ave Elevations(EL.m)	92.4	92.5

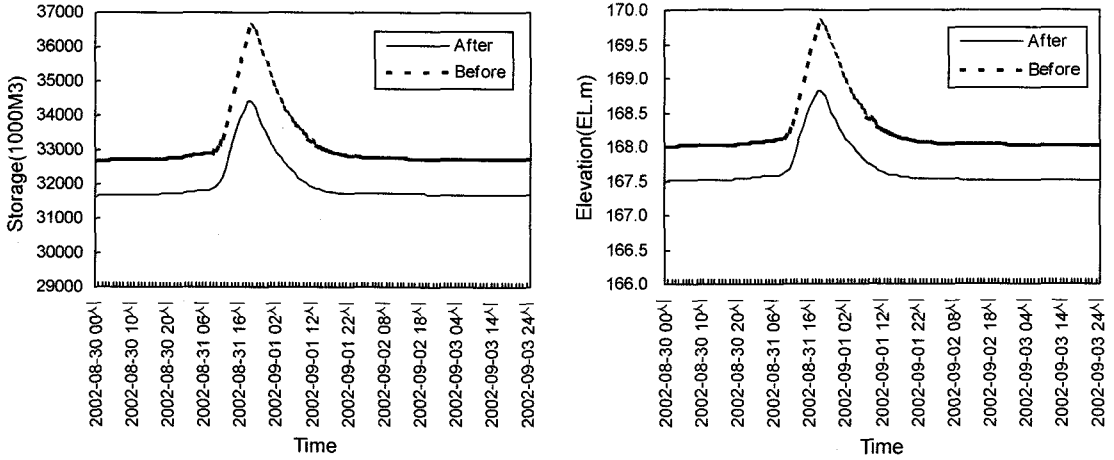


Fig. 11. Comparison of Dukdong dam stages and storage by Emergency gate(Rusa).

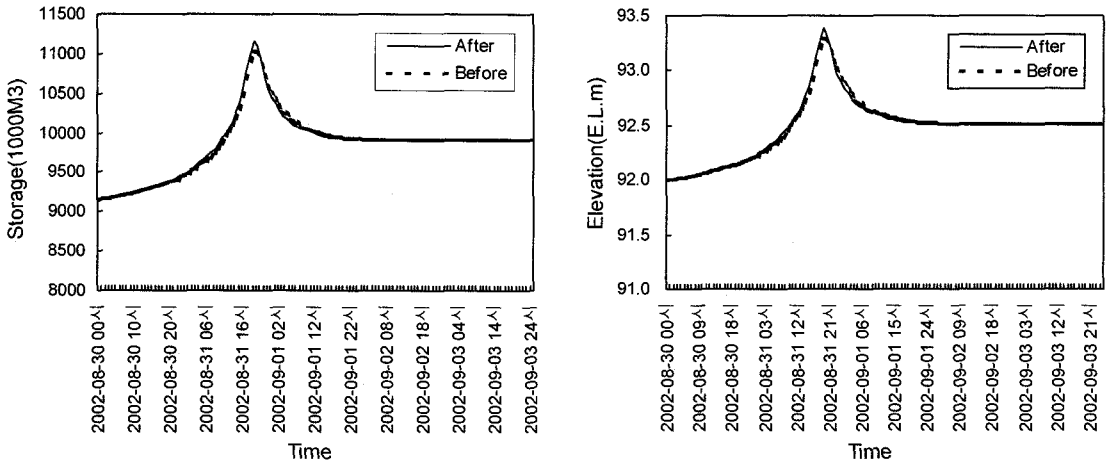


Fig. 12. Comparison of Bomun dam stages and storage by Emergency gate(Rusa).

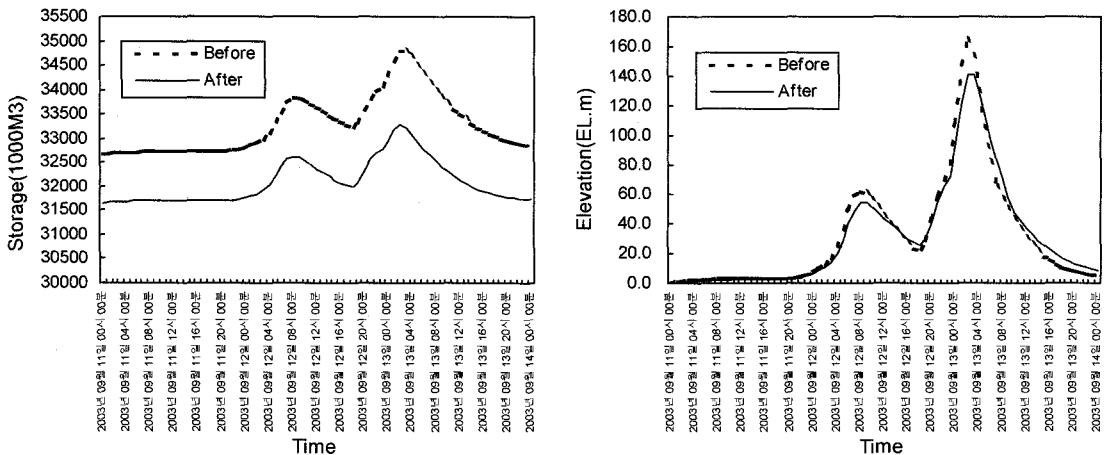


Fig. 13. Comparison of Bomun dam stages and storage by Emergency gate(Memi).



치수능력 증대에 따른 저수지시스템 분석

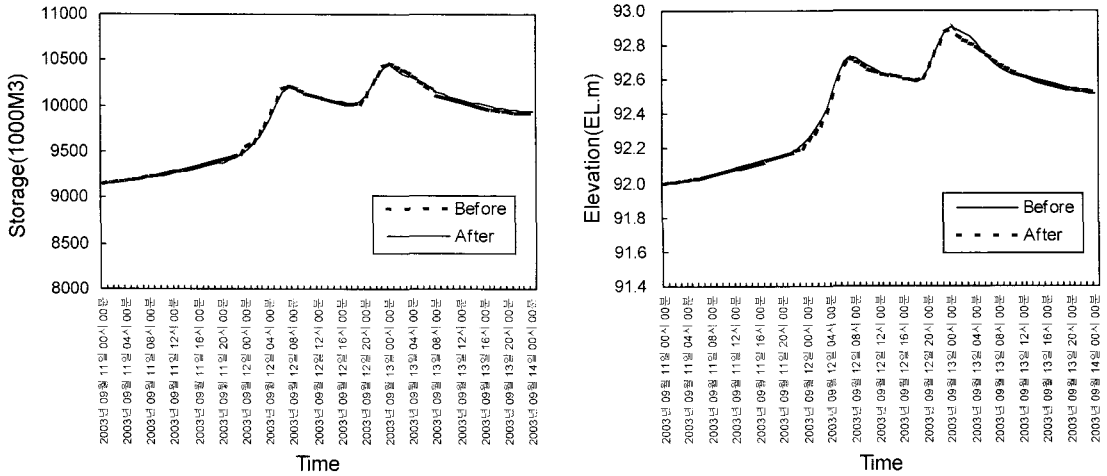


Fig. 14. Comparison of Bomun dam stages and storage by Emergency gate(Memi).

Table 10. Comparison of Frequency flood by Emergency gate

(Units : m<sup>3</sup>/s)

Classifications			Frequency (Year)				
			50	80	100	200	500
Dukdong dam	Before Emerg. gate	Inflow	405	433	448	496	572
		Outflow	266	289	300	339	400
	After Emerg. gate	Inflow	405	433	448	496	572
		Outflow	316	343	357	405	479
Bomun dam	Before Emerg. gate	Inflow	325	354	369	421	501
		Outflow	314	342	356	406	481
	After Emerg. gate	Inflow	455	491	509	569	663
		Outflow	439	472	490	547	635

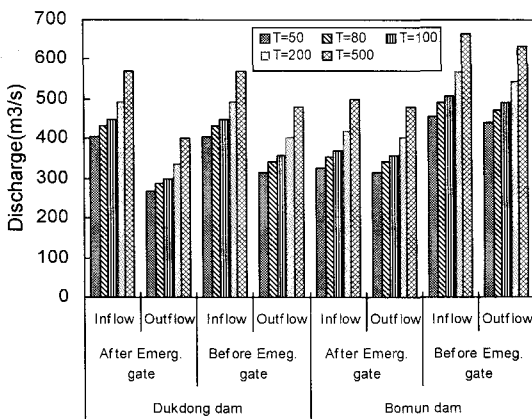


Fig. 15. Comparison of inflow and outflow by Emergency gate.

증가된 홍수량이 복원하도에 미치는 영향을 수리분석을 통하여 검토하여야 할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 덕동댐의 경우 최근 홍수유입량의 증가에 따라 치수능력의 증대를 위하여 비상수문을 설치하였으며, 그에 따른 비상수문 설치전과 설치후의 실제호우에 대한 저수지 분석과 재현기간에 따른 50년, 80년, 100년, 200년, 500년 확률홍수량을 비교하였다. 덕동댐의 비상수문 설치에 따라 하류의 보문호는 홍수유입량이 증가하였으며 보문호의 유입이 증가함에 따라 보문호의 방류량도 증가 하는 경향을 나타내는 것으로 분석되었다.

태풍 루사와 태풍 매미의 분석에 의하면 덕동댐의 비상수문의 설치에 따라 방류량이 증가되어도 보문호의 저수지 상태에는 거의 영향을 미치지 않으나 덕동댐의 경우 평균저류량이 약 4.5%이상 감소되었으며, 평균수위가 0.5m이상 저하되는 것으로 분석되어 덕동댐의 저수지 상태에는 과다한 홍수유입에 대하여 홍수조절 능력이 커짐에 따라 안정성이 향상된 것으로 판단된다.

비상 수문 설치에 따라 덕동댐의 홍수조절 능력은 설계빈도 200년에 대하여 약 20%정도의 증가효과를 나타내었으며, 보문호의 경우 유입량이 35%정도 증가하였다. 보문호의 방류량은 약 35%증가가 되어 복천하류에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

덕동댐의 비상 수문 설치에 따라 홍수조절능력이 약 20%증가되어도 저류상태와 수위상태가 댐의 안전에 영향을 미치지 않는 계획홍수위 이하에서 보문호와 시스템적으로 안전한 것으로 분석이 되었다. 향후 홍수조절능력이 부족함에도 증가된 홍수량으로 인하여 댐의 안전에 영향을 미치는 소규모 댐의 홍수조절 능력증대 방안으로 비상수문의 설치가 유용할 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

1) 권순국, 한건연, 서승덕, 최혁준, 2003, 이상강우에 대비한 성주댐의 홍수조절 능력 분석, 한국농공학회지, 45(6), 109-118.

2) US Army Corps of Engineers, 2000, Watershed Modeling System WMS User manual, chap. 2-4.

3) 경주시, 2005, 경주시 복천 저수호안공원조성에 대한 수리수문학적 조사연구 보고서, 118-183.

4) US Army Corps of Engineers, 2000, Hydrologic Modeling System HEC-HMS User manual chap 10-11.

5) 경주시, 1994, 형산강 하천법선타당성 조사보고서, 11-60.

6) US Bureau of reclamation, 1987, Design of Small Dams, Water Resources Technical Publication, 415-418.

7) 경주시, 1998, 덕동댐 정밀안전진단 보고서, 1555-1559.

8) 경주시, 2001, 덕동댐 정밀안전진단 보고서, 1312-1348.