

하구둑의 일 물수지 모형 개발

Development of Model for Simulating Daily Water Storage in Estuary Barrage Dam

노재경*(충남대 교수) · 이항식(충남대 석사1년) · 진용신(충남대 석사2년)

Noh, Jae Kyoung · Lee, Hang Sik · Jin, Yong Shin

Abstract

In order to analyze water supply capacity in estuary barrage dam, a system was developed in which base model was consisted of daily water balance model and daily inflow model. Agricultural water demand to paddy fields and domestic and industrial water demand were considered in this daily water balance model. Also outflow volume through sluice gate and inside water level at time to start outflow was conditioned initially to simulate reservoir storage. The DAWAST model was selected to simulate daily reservoir inflow in which return flows from agricultural, domestic and industrial water were included to simulate runoff. Using this developed system, water supply capacity in the Keum river estuary reservoir was analyzed.

I. 서론

남한의 5대 하천 중 낙동강, 금강, 영산강 등 3개 하천의 하구에 용수공급, 침수피해 경감, 염해방지 등을 위해 하구둑이 조성되어 20여년 동안 운영되어왔다. 하구둑은 유역 면적이 작은 아산호, 삽교호 등 간척담수호에 비해 유입량이 많기 때문에 운영 방법이 다르다. 즉, 평·갈수기에도 조위가 내수위보다 낮은 시간에 통상 홍수기에는 2회/1일, 평갈수기에는 1회/2~3일 배수갑문을 열어 많은 유량을 배제시키고 있다.

따라서, 용수공급능력은 상류 하천에 위치한 댐에 비해 크게 제한돼 있는 실정이며, 방류되는 유량을 용수로 공급할 수 있는 운영방안이 제시된다면 용수공급능력을 높일 수 있는 방법이 된다. 그러나, 하구둑은 수위가 높아지면 주변 지역의 침수 위험이 발생하고 수위가 낮아지면 취수 영향 등이 발생하는 등 댐에 비해 운영할 수 있는 수위변화 폭이 크게 제한되어 있다. 또한, 상류 유역으로부터 모든 유효, 무효 방류한 유량이 하구둑에 집수되기 때문에 어떤 방법으로라도 하구둑으로부터 용수공급량을 증가시키는 것이 효율적인 수자원 관리 방법이 된다.

하구둑의 상류 유역에는 수자원 이용을 위해 많은 저수지가 축조되어 운영되고 있으며, 농지, 주거지역 등 토지이용도 많은 변화가 일어났다. 현재 시점에서 하구둑의 용수공급능력을 일관된 방법으로 평가하여 계획 당시와 비교하고, 용수공급능력을 증가시킬 수 있는 하구둑의 운영 방법 등을 모색하는 것도 수자원 확보의 일환에서 의의가 크다고 볼 수 있다. 여기서는 하구둑의 용수공급능력을 쉽게 평가할 수 있는 일별 물수지 모형을 구축하여 금강하구둑에 적용하고자 한다.

II. 모형 개발

하구둑의 물수지 방정식을 나타내면 식(1)과 같으며, 전일 저수량과 금일 유입량에서

금일의 저수면 증발량, 농업용수 공급량, 생공용수 공급량을 빼면 금일이 저수량이 계산된다. 또한, 바다로 방류되는 유량은 식(2)와 같으며, 금일 저수량이 만수위 저수량 보다 많으면 금일 저수량에서 만수위 저수량을 뺀 값에 기본방류량을 더한 값이 바다로 방류되는 전체 방류량이 된다.

$$S(i) = S(i - 1) + Q_{kr}(i) - EW(i) - AW(i) - DW(i) \quad (1)$$

$$OV(i) = S(i) - Vf_{wl} + SW(i) \quad (2)$$

여기서, S는 저수량, Q_{kr}은 하구둑 유입량, EW는 저수면 증발량, AW는 농업용수량, DW는 생공용수량, OV는 방류량, Vf_{wl}은 만수위 저수량, SW는 관리수위 이상시 기본방류량, i 는 시간(일)을 나타낸다.

물수지 모형은 일별로 구성하였고, 일 유입량을 입력받고 관개용수는 Penman 식을 사용하여 일별로 계산하고, 생공용수는 월별가중계수를 고려하여 적용하고 저수면 증발량을 고려하는 것으로 하였다. 또한, 관리 수위 설정 등 하구둑 운영에 필요한 기본사항을 고려할 수 있도록 설계하였다.

비주얼 베이직 6.0을 이용하여 폼 하나에 모든 기능을 할 수 있도록 구축하였다. 기능은 크게 물수지 분석과 유출해석으로 구분하였으며, 물수지 분석 화면은 Fig. 1, 유출해석 화면은 Fig. 2와 같다. 유입량 해석은 소유역별로 실시하여 하구둑 전체 유입량을 계산하도록 하였으며, 상류의 다목적댐 방류량을 고려하도록 하였다.

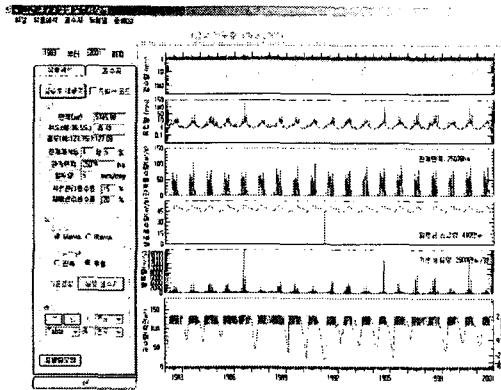


Fig. 1 Water balance analysis module

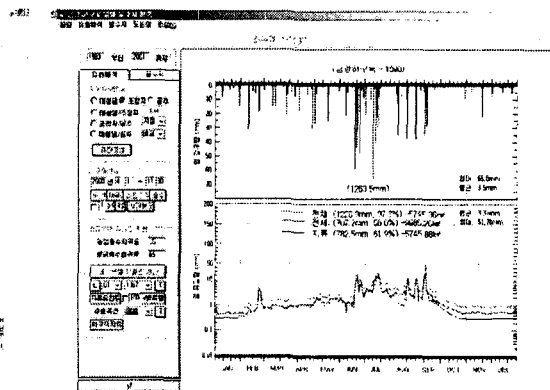


Fig. 2 Runoff analysis module

III. 모형 적용

금강 하구둑은 1983년에 착공하여 1990년에 준공하였으며, 금강호 제원은 유역면적 9,828km², 만수면적 3,650ha, 관리수위 EL+2.00m(3월~6월), EL+1.00m(7월~2월), 홍수위 EL+4.62m, 사수위 EL-3.00m, 저수량 138백만톤(EL+2.00m기준), 유효 저수량 113백만톤, 홍수배제량 13,000m³/sec이다.

유입량 해석은 용수수요를 고려한 DAWAST 모형에 의하였다. 두 가지 방법에 의해 분석하였으며, 하나는 대청댐 조정지 하류의 소유역별 유출량을 각각 구하여 이를 더한 값에 대청댐 조정지 방류량을 더한 값으로 하고, 다른 하나는 대청댐 조정지 하류의 소유역을 더한 지류 유역 전체에 대해 유출량을 구하여 대청댐 조정지 방류량을 더하는 것으로 하였다. 1983년에서 2001년까지 평균 유출률은 각각 56.1%, 57.6%를 나타내었다. Fig. 4는 소유역별 유입량에 대청댐조정지 방류량을 더하여 하구둑 유입량을 계산한 예이며, Fig. 5는 대청 조정지 방류량이다.

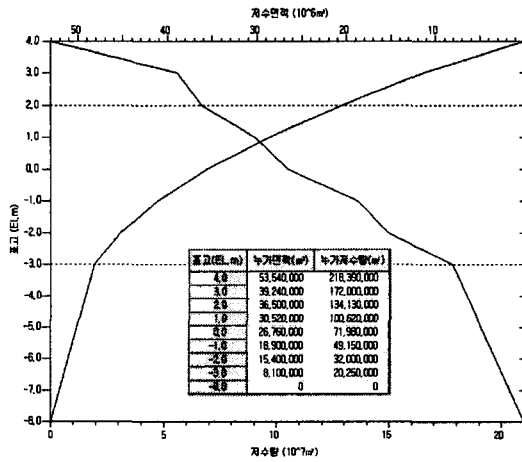


Fig. 3 Area capacity curve of the Keum river barrage dam

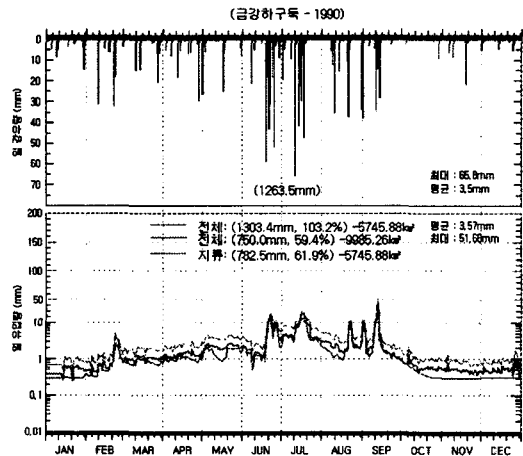


Fig. 4 Example of daily inflow simulated

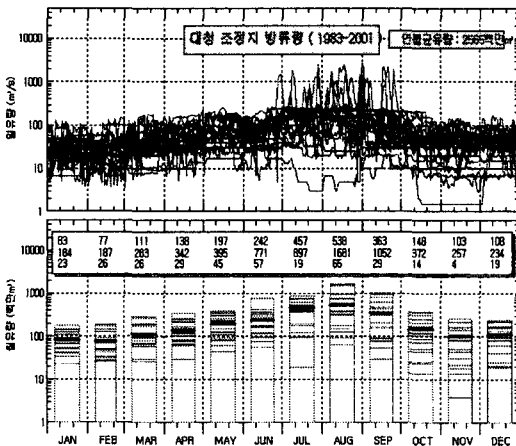


Fig. 5 Outflow of the Daechung regulating reservoir(1983-2000)

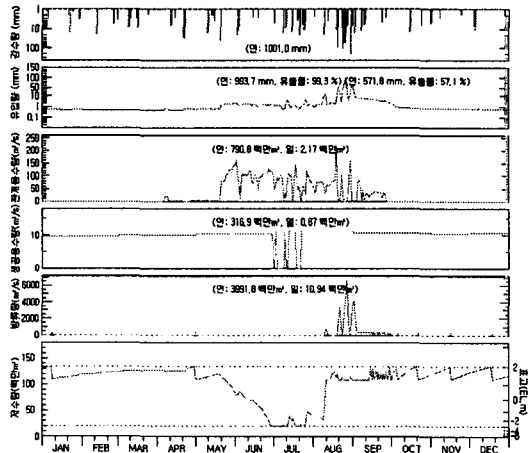


Fig. 6 Example of storage simulated

시나리오 설정은 수해면적과 대청댐유역 포함여부의 조합으로 하였다. 1991년 당초 설계에서 사용한 수해면적은 27,554ha, 2002년 분석에서는 22,928ha 이었다.

또한, 대청댐유역 포함시 방류량은 실적방류량과 평균방류량으로 구분하였다. 따라서, 설정된 시나리오는 ①수혜면적 27,554ha, 실적 조정지 방류량의 경우, ②수혜면적 27,554ha, 평균 조정지 방류량의 경우, ③수혜면적 27,554ha, 대청댐 유역 제외시, ④수혜면적 22,928ha, 실적 조정지 방류량의 경우, ⑤수혜면적 22,928ha, 평균 조정지 방류량의 경우, ⑥수혜면적 22,928ha, 대청댐 유역 제외시의 경우로 하여 용수공급능력을 분석한 결과는 Table 1 과 같으며, 설계 당시의 33만 m³/일에 비해 70만 m³/일로 나타났다.

Table 1 Water supply capacity of the Keum river barrage dam

case	municipal, industrial water (10 ⁴ m ³ /day)	rainfall (mm)	inflow (10 ⁶ m ³)	runoff ratio (%)	irrigation water (10 ⁶ m ³)	municipal, industrial water (10 ⁶ m ³)	outflow (10 ⁶ m ³)	past result
①	176	1205	6755	54.7	383	647	5070	
②	400	"	6766	56.7	383	1470	4256	
③	70	"	4189	34.2	383	257	2894	330,000m ³ /day
④	180	"	6755	54.7	319	661	5120	
⑤	400	"	6766	56.7	319	1470	4320	
⑥	80	"	4189	34.2	319	294	2923	

IV. 결론

하구둑 물수지 분석 체계는 하구둑의 특성인 방류조건을 반영하여 사용자 편의 원도우 환경으로 완벽하게 구축하였으며, HEC 5를 대체할 수 있을 정도의 한국형 분석시스템이라 할 수 있다. 유출해석체계 구축은 상류 조절지점, 소유역 유출모의, 대청조정지 방류량 분석 등 하구둑 유입량을 쉽고 빠르게 모의할 수 있도록 원도우 환경으로 완벽하게 구축하였으며, 농업용수, 생공용수 등 용수수요를 고려한 DAWAST 모형을 장착하였다. 이를 이용하여 12개 소유역의 20년간 일별 유출모의를 2분 이내 수행할 수 있으며 하구둑 물수지 분석을 원활하게 할 수 있다. 용수공급능력은 개발된 시스템을 활용하여 수혜면적, 상류 대청조정지 방류량의 조합에 따른 다양한 시나리오별로 분석하였으며 기존 분석결과와 비교할 때 본 과제에서 개발한 시스템으로 분석한 결과가 용수공급능력이 같은 조건에서 70만 m³/일 이상 증대되는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원 (과제번호: 2-4-1)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 농업기반공사, 2002, 금강II지구 물이용 종합계획연구
2. 농어촌진흥공사, 1991, 금강하구둑 공사기록지