

임하호 선택취수시설의 탁수배제 효과분석

Assessment of Turbid Water Discharge Capacity with Selective Withdrawal Facility in the Imha Reservoir

이상욱*, 김정곤**, 노준우***, 김대희****
Sanguk Lee, Jeongkon Kim, Joonwoo Noh, Daehee Kim

요지

하절기 고탁수로 문제가 되고 있는 임하호에 원활한 탁수배제를 위하여 선택취수시설이 설치되어 2006년 운영되었다. 본 연구는 이러한 선택취수시설에 대한 효과를 분석하기 위하여 CE-QUAL-W2 모형을 이용하여 호내의 탁수 분포를 분석하고 보정된 모형을 이용하여 선택취수와 표면취수(표층 ~ 7 m)에 따른 탁수의 저감효과에 대한 분석을 수행하였다.

임하댐 유입부의 탁도 자동 측정 시스템에서 측정된 수온 및 탁도자료를 입력자료로 사용하였고, 모형의 호내의 4개지점의 수심별 자료에 대하여 보정을 실시하였다. 보정결과 관측값과 비교에서 절대 평균 오차(RMSE)는 5.2로 산정되었으며 수심별 수온 및 탁도 분포와 최고 탁도층이 발생하는 수심을 적절히 모의하였다. 선택취수시설을 적용한 경우 표면취수의 경우와 비교해서 100 NTU 이상의 고탁수층에 대해서는 (1) 호내의 탁수량이 35 Mm³ 이상이 저감되는 것으로 나타났고, (2) 고탁수의 방류량이 3배이상 증대되는 것으로 나타났다.

선택취수는 표면취수에 비해 고탁수층의 배제에 효과적이며 취수구의 위치 변경등 지속적인 관리를 통하여 효율적인 운영이 가능할 것으로 판단된다. 또한, 효과분석 결과를 바탕으로 시설에 대한 운영방안을 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어: 임하호, 탁수, 선택배제, CE-QUAL-W2

1. 서 론

하절기의 집중호우시 발생하는 고탁수 문제로 인하여 수자원의 가치가 평가절하되고 있으며 이러한 탁수 문제는 장기간의 고탁수 방류를 야기시켜 하류하천의 생태계 오염을 증가시킬 수 있고, 댐 방류수를 수원으로 하는 하류지역에 위치한 정수장의 수처리과정에서 비용을 증가시키기도 한다.(한국수자원공사, 2004)

임하호에서는 2002년과 2003년의 태풍 '루사'와 '매미'로 인하여 호내로 유입된 고탁수가 가을철 전도현상으로 전 수층으로 확산되어 장기간 높은 탁도가 유지되었으며 2003년 11월에서 2004년 4월까지 방류가 중단된 바 있다. 탁수에 대한 대책으로 임하댐에는 호내에 탁도자동측정장치가 설치되었고, 기존의 직선형 다단식 표면취수설비에서 중층이 개방될 수 있도록 개량된 선택배제설비가 설치되었다.

* 정회원. 한국수자원공사 수자원연구원 연구원 공학석사 E-mail : lsu@kwater.or.kr
** 정회원. 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 공학박사 E-mail : jkkim@kwater.or.kr
*** 정회원. 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 공학박사 E-mail jnoh@kwater.or.kr
**** 정회원. 한국수자원공사 임하댐관리단 차장 공학사 E-mail : dhy@kwater.or.kr

본 연구에서는 2006년 하절기의 태풍 에위니아 발생시 고탁수 유입 및 선택배제가 수행된 기간에 대하여 임하호 유입지천에 설치된 수온자동측정장치를 통하여 모니터링한 수온과 탁도데이터를 입력자료로 하여, CE-QUAL-W2 모형을 적용하여 호내의 탁수분포를 모의 및 분석하였다.

2. 실험재료 및 방법

임하호 유역면적은 $1,361 \text{ km}^2$ 이고, 주요하천은 반변천, 용전천, 대곡천 등이 있으며, 전체 유역면적에 대하여 각각 63%, 30%, 7%를 차지하며, 유입탁수를 모니터링하기 위하여 상류 3개 지점과 호내 5개 지점 및 하류의 조정지댐에 탁도자동측정장치가 설치되어 있다(Fig 1).

2006년의 태풍 에위니아와 장마로 인하여 7월 10일에서 17일까지 임하호에는 총 3억4천만 톤의 유입이 있었으며, 청송지점과 광덕지점에서 최고탁도가 2,672 NTU, 2,390 NTU로 나타났으며, 댐 축에서의 최고탁도는 1,055 NTU로 관측되었다.



Fig 1. The watershed of the Imha reservoir

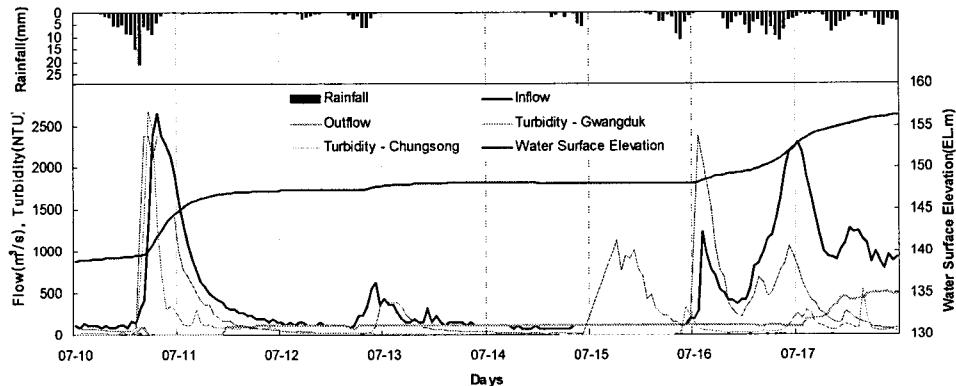


Fig 2. Hourly Variations of Hydrologic Parameters

선택취수시설의 설치에 따른 효과를 평가하기 위하여 2차원 수리 및 수질 수치모형인 CE-QUAL-W2를 이용하였으며(Cole, T. M. 2003), 임하호의 소구간은 흐름방향 116개 소구간으로 구분하였으며, 수심방향으로 80개의 수층으로 구분하였으며 본류인 용전천과 주요 유입지류인 반변천, 대곡천에 대하여 고려하였다.

3. 결과 및 고찰

호내의 탁수분포 모의를 수행한 10일에서 17일의 기간 동안 유입지천의 자동측정장치에서 측정된 자료를 적용하여 호내 5개 지점 중 취수탑과 댐축은 이격거리가 수백m에 불과하기 때문에 취수탑지점을 제외한 나머지 4지점의 측정결과와 비교하였다(Fig 4). 모의결과가 4지점의 수심별 분석결과 전체적인 경향 및 최고탁도층이 발생하는 수심에 대해서 잘 일치하는 경향을 보이고 있으나, 농도의 경우 전체적으로 과소평가, 최고탁도농도에 대해서 과대평가하는 경향을 나타내었다.

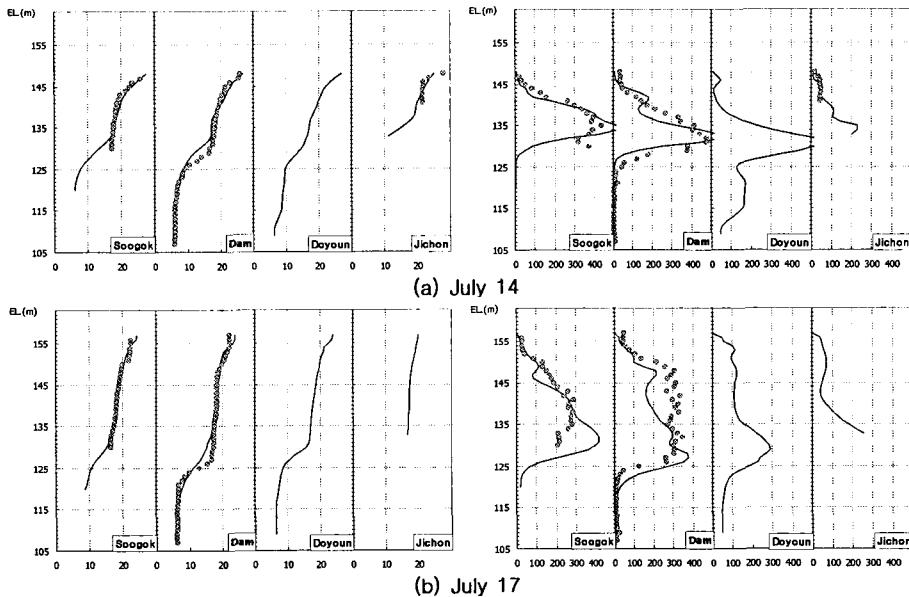


Fig 4. Comparison of observed and simulated water temperature and turbidity of the Imha Reservoir
((●)observed value; (—) : simulated value)

본 연구에서는 선택취수시설을 설치하지 않은 경우 표층 ~ 7 m에서 탁수를 배제하였을 것으로 예상되며 이 경우를 현재 취수시설의 운영위치인 EL. 131 ~ 139 m, EL. 131 ~ 142 m에서 배제를 실시하는 경우와 비교하였다.

방류탁도를 통하여 결과를 분석해 보면 선택취수시설이 설치되어 있는 경우가 설치되어 있지 않은 경우에 비하여 전기간 높은 탁도의 물을 배제하고 있으며(Fig 5), 100 NTU 이상의 고탁도의 물을 3배가량 배제할 수 있음을 보이고 있다.

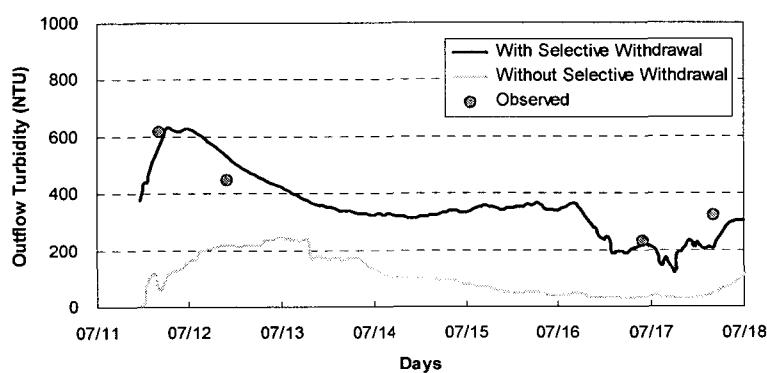


Fig 5. Variation of outflow turbidity

Fig 6은 선택취수 유무에 따른 호내 탁수 분포를 보여주고 있다. 250 NTU 이상의 탁수층과 점선으로 표시된 500 NTU 이상의 고탁도층이 선택취수 설치시의 경우 그 폭이 좁음을 볼 수 있으며 결과적으로 선택취수시설이 표층취수보다 탁수배제에 효과적인 것으로 판단된다. 또한, 호내에 잔류하고 있는 탁도의 분포를 분석해 보면 선택취수시설을 설치하지 않은 경우에 비하여 설치

한 경우에 7월 17일 기준으로 100 NTU 이상의 탁수층이 35 Mm^3 감소하여, 선택취수설비로 인한 고탁수의 저감효과가 큰 것으로 나타났다(Table 1).

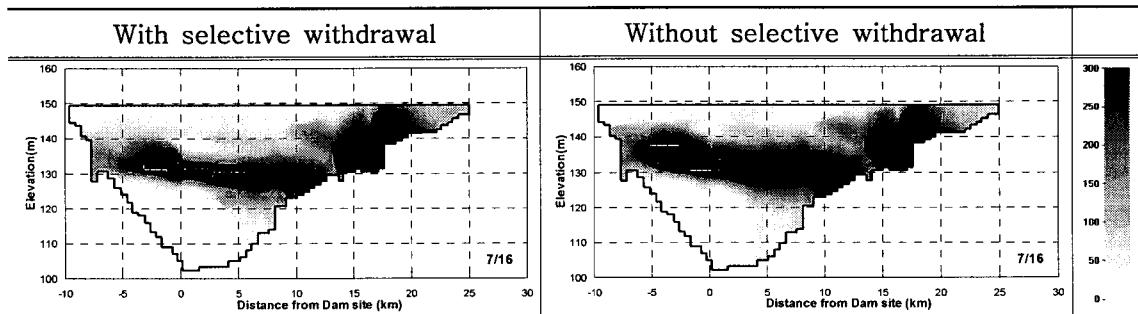


Fig 6. Simulation results of turbidity variation in the Imha reservoir

Table 1. Reservoir water volume exceeding specified turbidity.

Turbidity	Volume (10^6 m^3)								
	7/9	7/10	7/11	7/12	7/13	7/14	7/15	7/16	7/17
With selective withdrawal	0.0	7.6	103.1	111.3	107.9	100.4	93.1	109.8	191.7
Without selective withdrawal	0.0	7.5	104.3	119.7	121.7	117.0	115.3	139.6	227.3

4. 결 론

임하댐의 2006년 고탁수 유입기간의 호내 탁수분포를 CE-QUAL-W2 모형을 이용하여 분석하였고 호내의 4개지점에 대하여 보정을 실시하였으며 보정결과 전반적으로 고탁도 및 고탁도층에 대한 양호한 모의결과를 나타내었다.

이를 바탕으로 선택취수시설 운영시의 호내 탁수분포를 분석하였으며, 방류탁도의 모의결과 전기간에서 300NTU 이상의 고탁수가 배제되고 있음으로 나타났으며, 호내에 잔류하고 있는 탁도분포의 분석결과 7월 17일 기준으로 100 NTU 이상의 탁수층이 35 Mm^3 감소하여, 선택취수설비로 인한 고탁수의 저감효과가 큰 것으로 나타났다.

이상의 CE-QUAL-W2 모형을 이용한 호내 탁수분포 및 방류탁도 분석결과를 이용하여 선택배제설비에 대한 효과를 분석하고, 이러한 효과분석 결과를 바탕으로 시설에 대한 운영방안을 수립과 장래에 건설되는 댐 및 선택취수시설에 대해서 기본 데이터를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 정세웅, 박기영, 한건연, 전홍진, 임하호 탁수 거동 분석을 위한 CE-QUAL-W2 모형의 적용, 2004 춘계학술발표회 논문집, 대한환경공학회, pp. 1220-1225 (2004).
- 한국수자원공사, 임하댐 탁수저감방안 수립 보고서 (2004).
- Cole, T. M. and Wells, S. A., CE-QUAL-W2: A two-dimensional, laterally averaged hydrodynamic and water quality model, Version 3.2, Instruction Report EL-03-1 (2003).