

조력발전소 가동조건을 고려한 시화호 홍수위 분석

Sihwa lake's flood level analysis considered with operation condition of tidal power plant

이기상*, 조재희*, 김병찬**
(주)삼인*, 한밭대학교**

Lee ki-sang*, Cho jae-hee*, Kim byeong-chan**
Saman Corporation*, Hanbat National University**

요약

본 연구에서는 조력발전소 가동조건을 적용한 발전량 산정 프로그램을 이용하여 시화호 홍수위를 분석하였다.

I. 서론

조력발전이란 해수면의 상승·하강에 의한 해수와 조지의 수위차를 이용하여 에너지를 생산하는 것으로 시화호 조력발전소의 경우 해수순환을 통한 시화호의 수질개선, 무공해 해양에너지 개발 및 국가부존자원 개발의 목적으로 계획되었다.

시화호는 배수갑문만 설치된 일반적인 간척호수와는 달리, 조력발전소가 설치되어 있으므로 이에 대한 영향을 고려하여 홍수위를 분석하여야 한다. 따라서, 일반적인 저수지 모의조작 모형을 통해서는 조력발전소 가동 조건의 재현이 곤란하므로 본 연구에서는 조력발전소 가동조건을 적용한 발전량 산정 프로그램을 이용하여 시화호 홍수위를 분석하였다.

II. 홍수위 산정 방법

시화호 조력발전소는 시화호 관리수위 유지와 발전의 효율성증대 등의 이유로 창조식 발전방식을 채택하였으며, 기본적인 창조발전의 사이클은 그림. 1에 도시하였다.

창조식 발전방식은 낙조시 수문과 수차를 개방하여 조

지수위를 간조위까지 낮추어 창조시에 발전하는 방식이며, 대기→발전→대기→배수의 사이클을 반복하여 발전한다. 조력발전소 가동시 홍수위는 수차, 수문 및 홍수량 등에 의한 유출입 유량과 시화호의 저수용량 및 외조위에 의해 결정된다.

1.1 발전대기모드

한 사이클에서 발전량을 최대 확보할 수 있는 발전개시 시점까지 수차수문을 닫고 대기하는 상태로 조지내로 유입되는 유량은 없고 조지내수위는 일정하게 유지되며 time step의 증가로 외조위만 하강한다.

$$Q_{\text{turbine}} = Q_{\text{gate}} = 0, V_i = V_{i-1} \quad (1)$$

한 조석주기 동안의 발전량은 발전개시 수두차에 따라 민감하게 변화하며, 최소 발전가능 수두차에서 발전하면 발전시간은 길어질 수 있으나, 총발전량이 최대가 되는 것은 아니다. 최적개시 수두차 결정을 위해 발전가능 수두차 1.0m부터 5.0m까지 0.1m씩 수두차를 증가시키면서 한 조석 주기 동안 40회를 반복 계산하여 해당조석에 대한 최대 발전량 및 내수위를 산출하였다.

1.2 발전모드

창조시에 최적발전개시수두차 발생시부터 수차를 개방하며, 발전가능 최저수두차 발생시 또는 조지수위가 운영 최대수위와 같아지는 시점까지 발전을 하게된다. 발전시 수차를 통과하는 유량특성은 외조위와 내수위의 수두차에 대한 함수로 나타내어지고, 발전량은 다음식으로 계산된다.

$$dQ_{turbine} = fn(H), Q_{gate} = 0 \quad (2)$$

$$V_i = V_{i-1} - Q_{turbine} \times \Delta t \quad (3)$$

$$E = \rho g \int_{T_1}^{T_2} HQ_{turbine} \eta \Delta t \quad (4)$$

1.3 배수대기모드

낙조시에 수두차가 최소발전가능수두차 이하일때나 조지내수위가 운영수위까지 도달하였을때는 발전이 불가능하므로 수차를 닫고 대기하며, 조지내수위는 일정하게 유지된다.

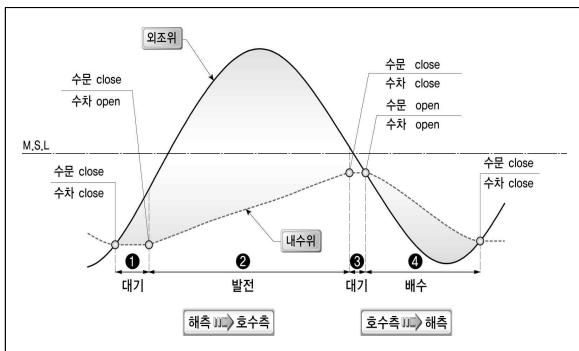
$$Q_{turbine} = Q_{gate} = 0, V_i = V_{i-1} \quad (5)$$

1.4 배수모드

낙조시에 내수위와 외조위가 같아지는 시점부터 다음 창조시 내수위와 외조위가 같아지는 시점까지 수차수문을 개방하여 조지내에서 외해로 배수하여 내수위를 낮춘다.

$$rQ_{turbine} = fn(H), Q_{gate} = fn(H) \quad (6)$$

$$V_i = V_{i-1} + (Q_{turbine} + Q_{gate}) \times \Delta t \quad (7)$$



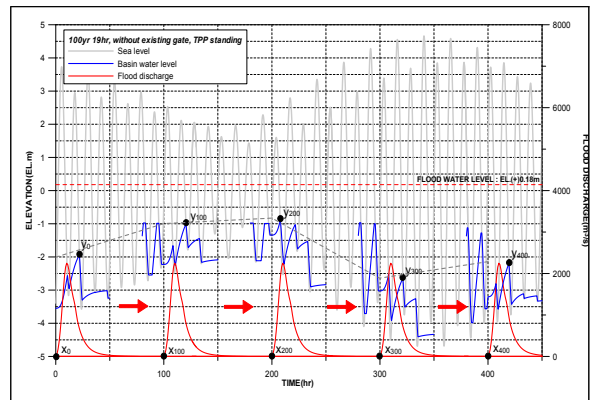
▶▶ 그림 1. 창조식 발전의 기본 Cycle

III. 분석결과

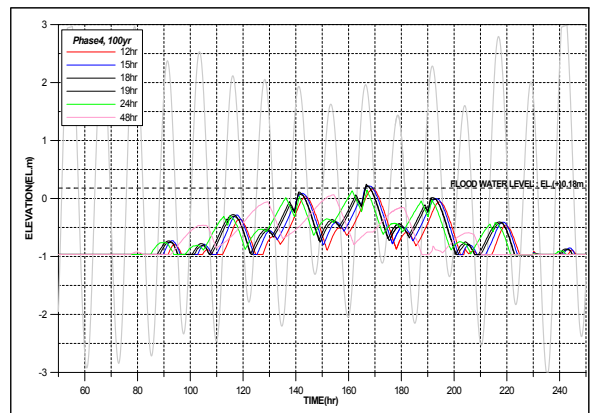
조위 및 내수위의 초기치는 예비분석 결과를 이용하여 지정하였으며, 홍수유입 시점에 따른 최고내수위 변동을 파악하기 위해 전기간에 걸쳐 홍수유입 시점을 변화시키며 계산하였다.

그림 2는 홍수위 계산과정에 대한 예시를 나타낸 것으로 홍수유입시점 변화에 따른 내수위 계산 결과를 나타낸다. 예시도인 그림 2에서는 100시간 간격별 계산결과를 나타내었으나, 실제 계산은 0.1시간(6분)간격으로 수행하였으며, 각 케이스별 홍수위 계산을 4,500회 반복하였다.

그림 3은 홍수유입시점 변화에 따른 최고내수위 변화를 도시한 것으로 x축은 홍수량의 초기유입시점(그림 2의 가로축 값인 붉은 색 line x0, x100, x200, x300, x400), y축은 시화호 최고내수위(그림 4.9의 세로축 값인 청색 line y0, y100, y200, y300, y400)를 나타낸다.

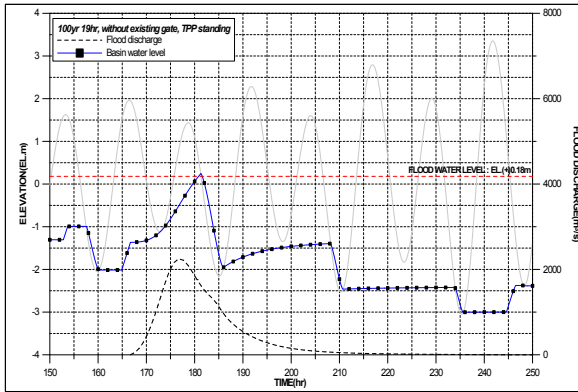


▶▶ 그림 2. 홍수위 계산과정 예시



▶▶ 그림 3. 100년 빈도 홍수유입시 내수위 시계열

분석결과 내수위가 최고로 상승하는 시점은 홍수수문 곡선의 첨두가 소조의 창조시에 도달할 때이며, 이 시기에는 외조위가 내수위보다 높게 되어 유입되는 홍수량을 해측으로 방류할 수 없어 내수위와 외조위가 동일해지는 시점까지 시화호 내수위는 지속적으로 상승하는 것으로 나타났다.



▶▶ 그림 4. 100년 빈도 홍수유입시 내수위 시계열

■ 참고 문헌 ■

- [1] 한국수자원공사 “시화호 최적운영방안 수립 용역”, pp.111-134, 2010.
- [2] 한국수자원공사 “시화호 조력발전소 건설공사 실시설계 보고서”, pp.IV.8.27-34, 2005.