

수위 보간과 방류량 이동평균에 의한 다목적댐 유입량 산정 방법 개선

○노재경¹⁾ · 신사철²⁾

1. 서론

댐의 시간별 유입량은 식 (1)과 같이 저수량의 변화에 댐 방류량을 더하여 계산한다. 여기서, 저수량은 표고별 저수량 자료로부터 해당 수위에 상당하는 값을 찾아 구한다. 댐 수위는 1cm 단위로 관측하고, 저수면적은 매우 넓어 1cm의 수위차이로 계산한 저수량 변화가 방류량보다 크게 나타나는 경우가 많고, 방류량도 시간별로 변화하기 때문에 식 (1)에 의해 유입량을 산정하면 툽니(fluctuation)가 발생하는 현상을 피할 수 없다. 여기서는 기존에 사용하고 있는 이동 평균법을 적용하여 툽니현상이 얼마나 개선되는지 살펴보고 개선 방향은 어떤 것인지 살펴보고자 하였다.

$$Q_i(t) = [(S(t)-S(t-1)) + \{Q_o(t)+Q_o(t-1)\}/2 \times 3,600] / 3,600 \quad (1)$$

여기서, $Q_i(t)$ 는 현재시간 저수지 유입량(m^3/s), $S(t)$ 는 현재시간 저수지 수위에 의해 환산된 현재시간의 저수량(m^3/hr), $S(t-1)$ 는 전시간 저수지수위에 의해 환산된 전시간의 저수량(m^3/hr), $Q_o(t)$ 는 현재시간의 댐 방류량(m^3/s), $Q_o(t-1)$ 는 전시간의 댐 방류량(m^3/s)이다.

방류량은 평균방류량을 사용하며, 발전방류량의 산정방식 혹은 저수위-수문개도-방류량곡선에 의해 결정될 수 있다. 이 방법은 일정 시간의 저수위의 변동으로부터 유입량을 산정하기 때문에 홍수가 저수지에 유입될 때부터 유입량이 파악될 때까지 사이의 시간지체가 생긴다.

2. 연구 방법

2.1 저수지 계산 유입량의 현황

연구자료는 용담댐의 2002년 시간 운영자료이다. 식(1)에서 유입량에 영향을 미치는 요소는 저수량과 방류량인데 저수량은 수위와 관계되니까 수위와 방류량으로 볼 수 있다. 평수기와 홍수기로 구분하여 변화 양

1) 충남대학교 농공학과 교수 (Tel: 042-821-5796, E-mail: jknoh@cnu.ac.kr)

2) 안동대학교 토목환경공학과 교수 (Tel: 054-820-5595, E-mail: scshin@andong.ac.kr)

상을 살펴본 결과 각각 그림 1, 그림 2와 같이 평수기 방류량은 6시간 주기로 변화하였고, 홍수기에는 주기가 1~2회로 감소하였으나 일정하지 않았다. 마찬가지로 평수기와 홍수기로 구분하여 식 (1)에 의해 시간 유입량을 계산한 결과는 각각 그림 1, 그림 2와 같으며, 평수기에는 유입량의 진폭이 매우 크게 나타났으며, 홍수기에는 상대적으로 유입량의 진폭이 작게 나타났고 피크 부분에서는 톱니 현상이 발생하지 않았다. 계산된 유입량을 이동평균하여도 평수기에는 많은 톱니가 남아 있는 것을 볼 수 있다.

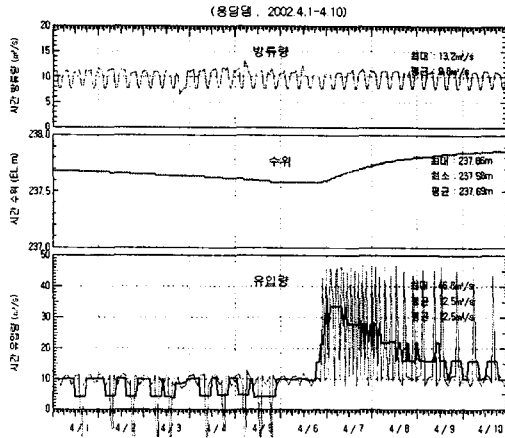


그림 1 용담댐 시간 유입량 계산(평수기)

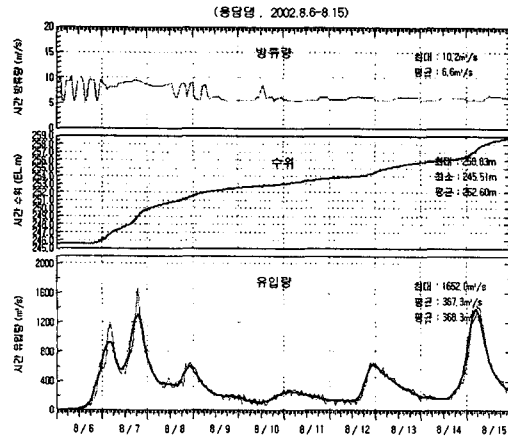


그림 2 용담댐 시간 유입량 계산(홍수기)

톱니가 발생하는 시각의 수위변화와 방류량 변화를 살펴본 결과 유입량의 톱니는 수위가 1cm만 변해도 발생하는 것으로 나타났다. 특히 수위변화가 거의 없는 평수기에는 수위가 1cm 변화할 때마다 톱니가 크게 발생하는 현상을 파악하였다. 결론하면 수위변화는 유입량의 진폭을 크게 발생시키고, 방류량 변화는 유입량의 진폭을 작게 발생시키는 원인으로 밝혀졌다. 이와 같이 계산된 저수지 유입량이 크게 변화하는 것은 댐 운영을 잘못하여 나타나는 것은 아니고, 저수지 수면적이 매우 넓기 때문에 발생하는 지극히 당연한 현상으로 이해하여야 한다. 그러나, 실제 유입량은 진폭이 없는 매끄러운 것이기 때문에 이를 재현하려는 노력은 매우 중요하다. 현재 우리 하천 유량의 신뢰도가 낮은 것을 감안하면 저수지 유입량 계산의 신뢰도를 높이는 것은 수자원의 계획과 관리에서 더욱 중요하다.

2.2 연구 방법

연구의 착안은 수위 관측 단위가 1cm이기 때문에 이를 보간에 의해 mm단위 이하까지 재생 보완시켜 적용하고, 방류량의 변화가 바로 저수지 수위에 영향을 미치지 않는 것으로 판단하여 방류량을 이동평균하여 적용시키면 유입량의 계산이 크게 개선될 것으로 기대하였다.

따라서, 연구방법은 첫째, 저수지 수위자료를 시간별로 나열하여 수위변화가 없는 중간시각을 찾아, 중간 시각의 수위를 기준으로 보간에 의해 수위를 mm 단위 이하까지 재생하여 유입량을 계산하고 둘째, 방류량 주기가 6시간이기 때문에 전방 6시간 이동평균하고 후방 3시간 이동시켜 유입량을 계산하고 셋째, 첫째 방법과 둘째 방법을 함께 적용하여 유입량을 계산하여 결과를 비교하는 것으로 하였다.

3. 연구 결과

3.1 보간 수위 적용

수위변화가 없는 중간시각을 찾아 이를 기준으로 보간시켜 수위를 재생성하는 것을 프로그램하여 처리하였다. 보간 수위를 적용하여 유입량을 계산한 결과는 평수기와 홍수기 각각 그림 3, 그림 4와 같으며, 그림 1, 그림 2와 비교할 때 계산된 유입량의 진폭이 크게 개선된 것을 확인할 수 있다. 또한, 계산된 유입량을 이동평균한 결과는 유입량이 매우 매끄럽게 나타난 것을 볼 수 있다. 또한, 이 결과는 cm 단위로 댐 수위가 관측되는 현실적인 제약을 소프트웨어적으로 극복할 수 있다는 것을 보여주는 것이기도 하다.

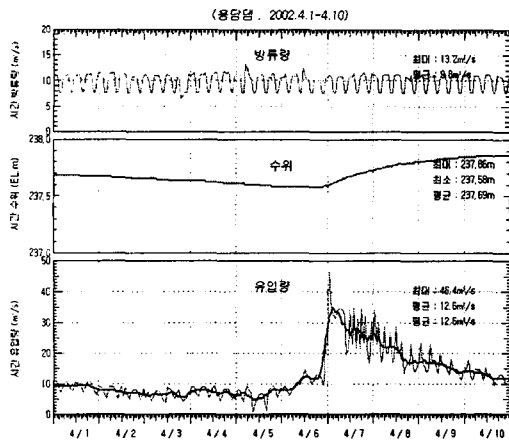


그림 3 보간수위 적용 (평수기)

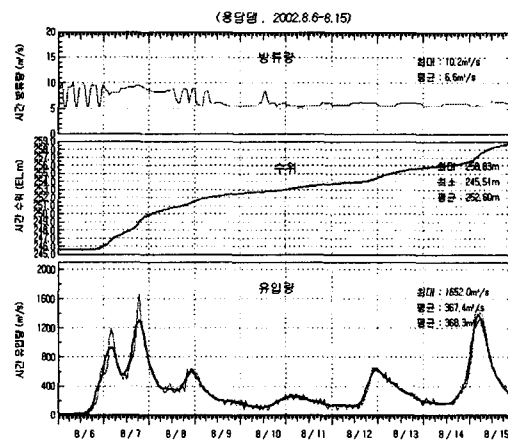


그림 4 보간수위 적용 (홍수기)

3.2 이동평균 방류량 적용

이동평균한 방류량을 적용하여 계산한 유입량은 각각 그림 5, 그림 6과 같으며, 그림 1, 그림2와 비교하면 유입량의 진폭이 작게 나타나는 부분을 개선시키는 것으로 확인할 수 있다.

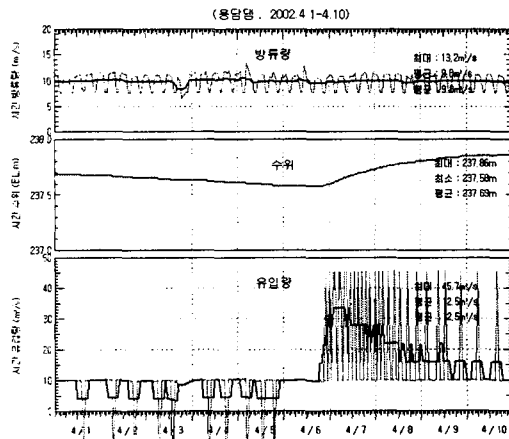


그림 5 이동평균 방류량 적용(평수기)

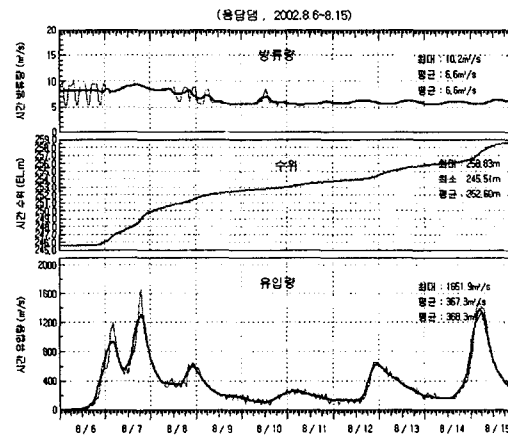


그림 6 이동평균 방류량 적용(홍수기)

3.3 보간 수위, 이동평균 방류량 적용

보간된 수위와 이동평균한 방류량을 적용하여 계산된 유입량은 각각 그림 7, 그림 8과 같으며, 그림 1, 그림 2와 비교하면 크고 작은 유입량의 진폭을 상당 부분 제거되는 결과를 확인할 수 있다. 계산된 유입량을 이동평균하면 평수기에는 그대로 사용하여도 손색이 없을 정도로 양호한 결과를 보여주었다.

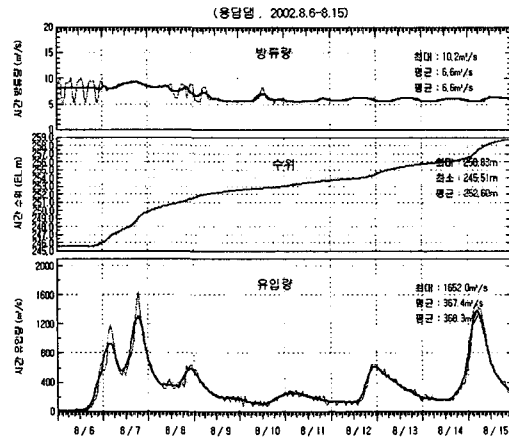
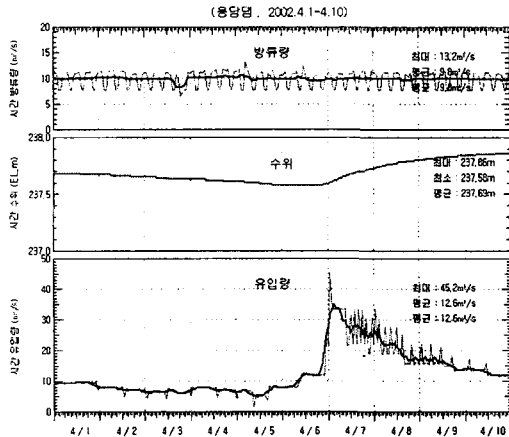


그림 7 보간수위, 이동평균 방류량 적용 (평수기) 그림 8 보간수위, 이동평균 방류량 적용 (홍수기)

세 가지 방법에 의해 계산된 유입량을 검토한 결과 보간수위와 이동평균 방류량을 조합하여 적용한 경우가 가장 양호하게 나타났다.

4. 결론

1cm 단위로 관측되는 저수지 수위를 mm 단위이하 까지 보간에 의해 재생성하고, 방류량을 이동평균하여 평활화시켜 저수지 유입량을 계산, 기존의 방법과 비교하였다. 보간 수위를 적용하면 계산 유입량의 진폭이 크게 나타나는 부분을 평활화시키는 것으로 확인하였고, 이동평균 방류량을 적용하면 계산 유입량의 진폭이 작게 나타나는 부분을 평활화시키는 것으로 확인하였다. 결과적으로 보간 수위와 이동평균 방류량을 함께 적용시켜 계산 유입량의 크고 작은 진폭을 상당 부분 평활화시킬 수 있다는 결론을 얻었다.

향후 타댐에 적용하고 일별 계산 유입량에 적용할 계획이며, 예상되는 결과는 실용성이 매우 높게 나타날 것으로 기대한다. 또한, 이 방법을 좀더 체계화시켜 본 연구 결과가 댐 유입량 자료의 검증된 자료를 DB화할 수 있는 기반으로 이용되기를 기대한다.

참고문헌

- 건설부, 1994, 댐시설 유지관리 기준
- 한국수자원공사, 1999. 12, 저수지 유입량 산정방법 개선
- 한국수자원공사, 2002. 12, 용담댐 일원 하천유량측정 등 수문조사 보고서