

하천공사 영향 구간 내에서 유량환산 기법 연구

A Study of Discharge Rating Method in the Reach on River Works

김치영*, 이기성**, 권동석***, 오창열****, 정성원*****
Chi young Kim, Ki Sung Lee, Dong Seok Kwon, Chang Ryeol Oh, Sung Won Jung

요 지

하천 유량자료는 조사 목적에 따라 시간, 일, 월 등 다양한 시간범위를 갖는다. 이러한 특성을 갖는 유량 자료를 확보하기 위해 정해진 시간에 유량측정을 시행하는 것은 경제적, 기술적으로 매우 어려운 일이다. 따라서 연속적인 유량생산은 상대적으로 연속측정이 용이한 수위자료를 연속측정하고, 간헐적인 유량측정을 통하여 수위-유량관계를 수립하여, 수립된 관계를 연속적으로 측정된 수위자료에 대입하여 이루어진다.

그러나 준설에 의한 하상변동, 가물막이 등 하천횡단 구조물 설치에 따른 통계특성 변화, 공사 등에 의한 하천경사 변화 등에 의해 수위-유량관계의 연속적인 변화가 발생할 경우 하나의 수위-유량관계로 연속적인 유량환산이 불가능하게 된다. 따라서 자연현상 및 각종 공사에 의해 하도 특성이 변화할 경우 신뢰도 높은 유량을 신속하게 제공할 수 있는 새로운 기법 적용이 요구된다.

본 연구에서는 4대강 사업구간에 위치한 유량관측소에서 전통적인 수위-유량관계 곡선법, 기간분리에 의한 방법, Stout 방법, 비유량법 등 다양한 방법을 활용하여 연속 유량자료를 생산 기법을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 전이통제, 기간분리, 수위-조정곡선(Stout)

1. 서 론

하천 유량자료는 조사 목적에 따라 시간, 일, 월 등 다양한 시간범위를 갖는다. 이러한 특성을 갖는 유량자료를 확보하기 위해 정해진 시간에 유량측정을 시행하는 것은 경제적, 기술적으로 매우 어려운 일이다. 따라서 연속적인 유량생산은 상대적으로 연속측정이 용이한 수위자료를 연속측정하고, 간헐적인 유량측정을 통하여 수위-유량관계를 수립하여, 수립된 관계를 연속적으로 측정된 수위자료에 대입하여 이루어진다.

그러나 준설에 의한 하상변동, 가물막이 등 하천횡단 구조물 설치에 따른 통제특성 변화, 공사 등에 의한 하천경사 변화 등에 의해 수위-유량관계의 연속적인 변화가 발생할 경우 하나의 수위-유량관계로 연속적인 유량환산이 불가능하게 된다. 따라서 자연현상 및 각종 공사에 의해 하도 특성이 변화할 경우 신뢰도 높은 유량을 신속하게 제공할 수 있는 새로운 기법 적용이 요구된다.

본 연구에서는 4대강 사업구간에 위치한 유량관측소에서 전통적인 수위-유량관계 곡선법,

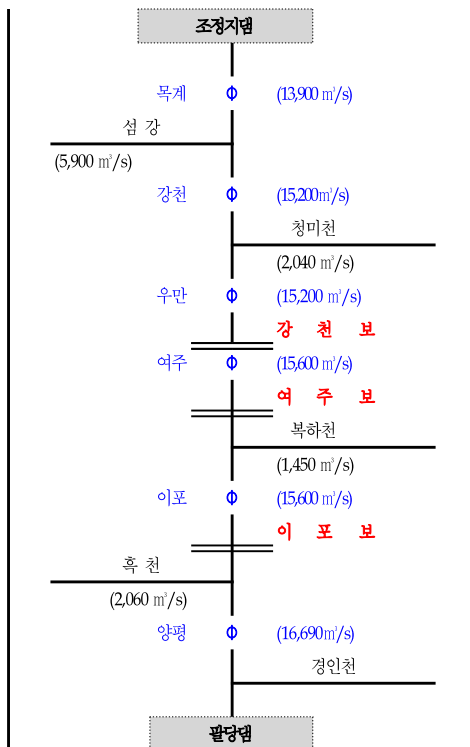
* 정회원 · 유량조사사업단 유량조사실 선임연구원 · E-mail : cy_kim@hsc.re.kr
** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 연구원 · E-mail : i971857@hsc.re.kr
*** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 연구원 · E-mail : kds011@hsc.re.kr
**** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 선임연구원 · E-mail : croh@hsc.re.kr
***** 정회원 · 유량조사사업단 단장 · E-mail : swjung@hsc.re.kr

기간분리에 의한 방법, Stout 방법, 비유량법 등 다양한 방법을 활용하여 연속 유량자료를 생산 기법을 제시하고자 한다.

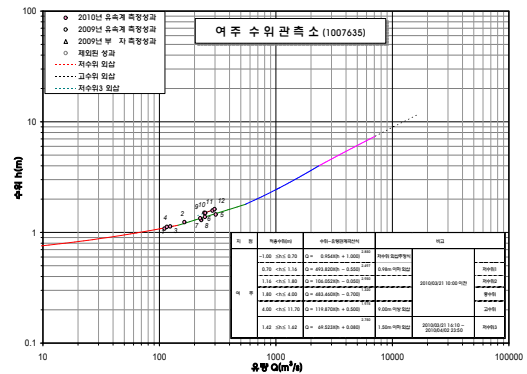
2. 하천공사에 따른 수위-유량관계 변화 및 적용

2.1 기간분리법 및 전통적인 수위-유량관계법

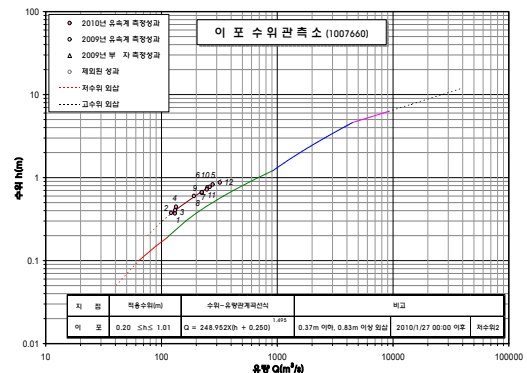
남한강 분류 구간에 위치한 여주 및 이포 지점은 상·하류 구간에 강천보, 여주보, 그리고 이포보 설치 공사(그림 1(㉑))가 진행 중에 있어 2009년과 비교하여 수위-유량관계(그림 1(㉒), (㉓))의 변화가 나타나고 있다.



㉑ 한강 4대강 구간 수위관측소 현황



㉒ 여주 2010년 측정성과 및 2009년곡선식



㉓ 이포 2010년 측정성과 및 2009년곡선식

그림 1. 여주 및 이포 지점 현황 및 곡선식

여주 지점은 2010년 3월 중순을 기준으로 하류 약 2.6km 세종대교 부근에 가물막이 공사의 영향으로 수위가 상승하여 측정성과 간에 분리 양상이 뚜렷이 나타나고 있다. 또한 이포 지점은 하류 약 150m 부근에 준설에 의해 수면폭이 줄어드는 효과(그림 2)가 발생하여 수위 상승이 나타났으며, 2009년 수위-유량관계곡선식과 2010년 측정성과를 비교시 동수위에서 평균 42.6% 작게 나타나고 있다. 따라서 여주 및 이포 지점의 경우는 측정성과를 이용하여 기간분리를 통해 새로운 곡선식을 작성한 후 해당기간에 대해 유량환산이 이루어졌으며, 상·하류 유량 비교시 오차범위 내에서 정상적인 모습을 나타내었다.



㉠ 이포 공사전 하류 전경



㉡ 이포 공사중 하류 전경

그림 2. 이포 지점 단면변화

2.2 기간분리 및 수위-유량관계 전이(Shift)법

낙동강 본류 구간에 위치한 왜관 지점을 살펴보면, 준설공사를 위한 상류 가물막이(그림 3(㉠))와 저수로 보강공사를 위한 진입로 확보를 위한 하류 가물막이(그림 3(㉡))의 영향으로 왜관 지점의 계기수위는 상류에 위치한 구미 지점 계기수위와 거동양상(그림 4(㉠))이 상이하게 나타나고 있다.

이로 인해 2009년에 개발된 수위-유량관계곡선식과 2010년에 측정된 측정성과 간에 다른 경향을 보이고 있으며 인위적인 통제를 받는 과정에서 측정된 성과는 크게 4개의 그룹으로 나눌 수 있다.



(a) 상류 가물막이



(b) 하류 가물막이

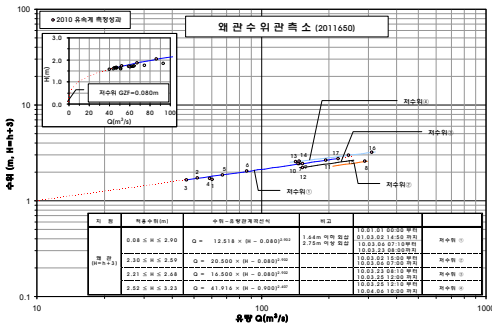
그림 3. 왜관 수위관측소 상·하류 가물막이 현황

지속적인 공사중에 측정성과의 경우 경향이 수시로 바뀌고 있어 기존 곡선식 작성방법으로는 정상적인 유량환산이 불가능하다. 따라서 왜관 지점의 유량환산시 기존의 레이팅 작성방법, 레이팅 전이(수평이동)방법을 복합적으로 사용하여 유량환산을 실시하였다.

기간 2, 기간 3의 경우 공사에 의해 유량이 안정화 되지 못하고 변화하는 과정으로 측정성가가 1개씩만 측정되어 기간 1 곡선을 전이시켜 유량환산을 하였으며, 기간 4의 경우 공사완료 후 어느 정도 안정화 된 후 확보된 성과라고 판단되어 기간분리를 통해 별도의 곡선식을 개발하여 유량환산에 적용하였다.

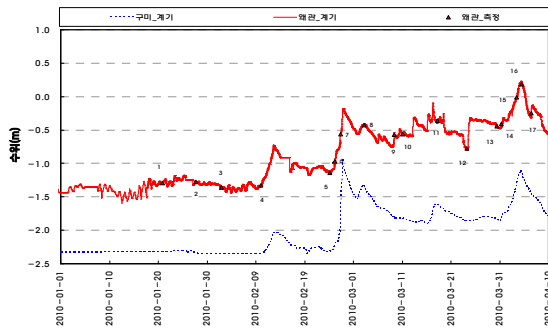
2.3 기간분리 및 급격한 변화구간 비유량 적용법

또한, 달성보 하류 약 4.1km에 위치한 현풍 지점은 3월 25일부터 4월 2일 사이에 수위관

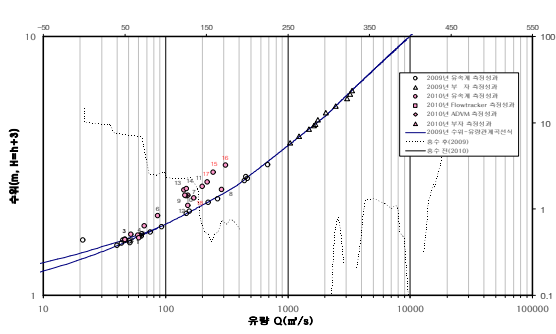


축소 하류 약 1.0km 부근에서 골재채취를 위한 가물막이 공사(그림 6)가 진행 되었으며, 수위 자료를 분석해 본 결과 축조 및 붕괴의 반복 과정이 있었던 것으로 판단된다. 따라서 가물막이 공사의 영향으로 해당기간에 측정된 성과는 크게 4개의 그룹으로 분류하였다.

그림4 수위-유량관계곡선식(왜관)



(a) 구미, 왜관 수위자료



(b) 과거 곡선식 및 10년도 측정성과 비교

그림 5. 수위자료 및 측정성과 비교

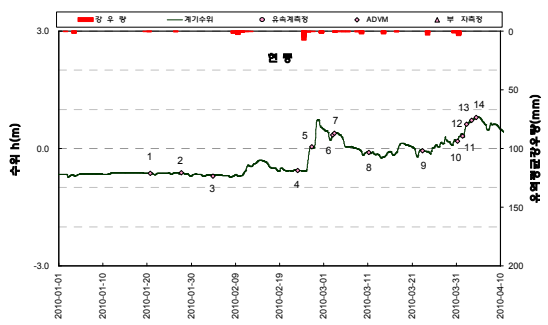


(a) 골재채취 현황

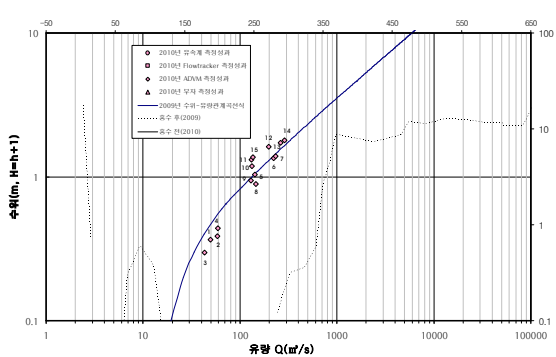


(b)골재채취를 위한 가물막이 설치

그림 6. 현풍 수위관측소 하류 가물막이 현황



(a) 현풍 수위자료



(b) 과거 곡선식 및 10년도 측정성과 비교

그림 7. 수위자료 및 측정성과 비교

9번 성과까지는 하류 가물막이 공사전에 측정된 성과이고 10번 성과부터 가물막이 공사에 대한 영향이 나타나고 있다. 11번성과 까지 가물막이의 유량변화 없이 수위만 상승하는 경

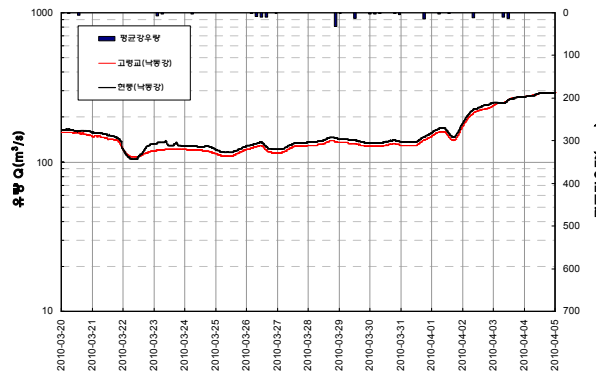


그림 8. 현풍-고령교 유량비교

향을 보이고 있으며, 1차 붕괴에 의해 12번 성과가 측정되었으며 다시 축조가 시작된 후 2차 붕괴가 일어나 13번 14번 성과가 측정되었고 이후 다시 축조되어 15번 성과가 10~11번성과와 같은 경향으로 나타났다. 현풍 지점 유량환산시 기존에 제시되었던 곡선식 개발방법으로는 유량환산을 할 수 없으며 기간분리를 통한 유량환산 역시 불가능하다.

따라서 현풍 지점 상류 약 7.5km 지점에 위치하고 있는 고령교 수위관측소의 유량을 바탕으로 두 지점간의 면적비를 고려하여 유량환산을 실시하였고 그림 8에 유량비 적용기간에 대한 고령교, 현풍 지점에 대한 상·하류 유량비교를 나타내었다.

2.4 복합적인 방법 적용

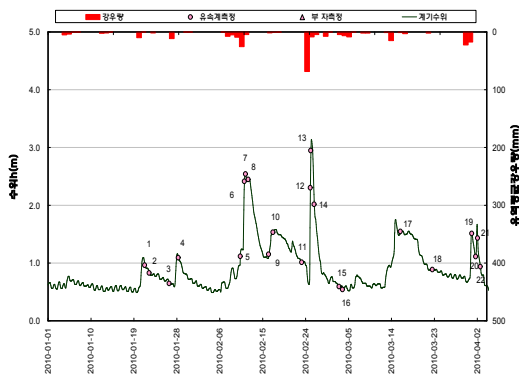
영산강 본류 구간에 위치한 본동 수위관측소의 경우 하류 약 1.1km 부근에서 승천보 공사(그림 9(a))가 진행 중에 있다. 보공사를 위한 가물막이가 설치되어 좌안 임시수로(그림 9(b))로 유수전환이 이루어지고 있으며 강우에 따른 단면변화 및 임시수로 확장 공사가 연속적으로 진행되어 측정성과 간에 수위-유량관계가 지속적으로 변하고 있다.



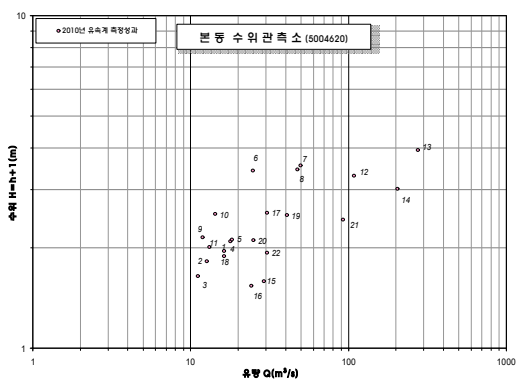
(a) 승천보 공사현장



(b) 좌안 임시수로 전경



(c) 측정성과 분포도(2009)



(d) 수위-유량관계

그림 9. 본동 지점 현황 및 측정성과

그림9(㉔)에서 본동 지점의 계기수위를 살펴보면, 정상적인 수문곡선의 형태를 띠지 않고 공사현황에 따라 수위의 급격한 변화가 나타나고 있다. 본 지점의 경우 전통적인 수위-유량 관계곡선식의 작성을 통한 유량환산은 큰 오차를 포함할 수 있으며, 이에 따라 공사현황 모니터링, 계기수위, 그리고 측정성과를 면밀히 검토하여 각각의 기간별로 Stout 방법, 비유량에 의한 산정 방법, 측정성과를 이용한 방법 등을 적용함으로써 유량환산이 이루어졌다. 환산된 유량자료를 검토한 결과 일부구간에서 상·하류간 거동양상이 상이하게 나타났으며, 이는 해당방법에 대한 기간적용시 오차가 일부 발생한 것이 원인으로 판단된다.

3. 결론

보 설치를 위한 가물막이, 하상 준설에 따른 하상고 저하 또는 상승, 우회수로 설치 등의 영향으로 4대강 살리기 사업구간에서 과거와 비교하여 하천흐름이 달라지고 있으며, 이에 따라서 기존 수위-유량관계에 변화가 나타난다. 따라서 4대강 살리기 사업구간에 위치한 유량관측소에 대한 지점별 수위-유량관계 변화의 양상을 분석한 후 기간분리, 수위-유량관계 전이, 천이구간에 대한 비유량 산정, Stout 방법 등 다양한 기법을 적용하여 지점 특성별 유량환산 기법을 제시하였다. 대부분의 지점에서 일관성 있는 측정 성과를 중심으로 오차범위 내에서 상·하류간 반전없는 정상적인 유량환산이 이루어졌으나, 본동 지점과 같이 수위-유량관계가 지속적이고, 일관성 없이 변화할 경우에는 유량변화를 반영하는데 한계가 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 건설교통부(2004), 수문관측매뉴얼
2. Hershby(1995), "Streamflow Measurment"
3. International Organization for Standardization(1983), Liquid flow measurement in open channels -Investigation of total error, ISO/TR 7178.
4. International Organization for Standardization(1988), Liquid flow measurement in open channels -Rotating element current-meters, ISO 2537.
5. International Organization for Standardization(1996), Measurement of liquid flow in open channels -Velocity-area methods, ISO 748.
6. International Organization for Standardization(1997), Measurement of liquid flow in open channels -Rotating element current-meters, ISO 2537.
7. International Organization for Standardization(1997), Measurement of liquid flow in open channels -Electromagnetic current meters, ISO/TR11974.
8. International Organization for Standardization(1998), Measurement of liquid flow in open channels -Part 2: Determination of the stage-discharge relation, ISO 1100-2.
9. Stout(1901), "Water Supply of Nebraska"
10. USGS(1982), "Measurment and Computation of Streamflow"