

유량측정자료의 불확실도 평가에 관한 연구

A study on Estimation of Uncertainties in Flow Measurement Data

김민석*, 김치영**, 이기성***, 정성원****
Chi Young Kim, Min Seok Kim, Ki Sung Lee, Seong Won Jung

요 지

신뢰성 높은 수위-유량관계곡선식을 산정하기 위해서 정확한 유량측정 자료를 수집하는 것은 대단히 중요하다. 정확한 유량측정 자료를 판단하는 대표적인 지표 중 하나가 바로 불확실도이다. 따라서 하천에서 측정되는 유량의 정확성을 높이기 위해서는 과거에 측정된 자료에 대한 불확실도를 정량적인 비교분석과 고찰을 통해 개선하는 것이 바람직하다. ISO는 무작위 불확실도와 계통 불확실도를 산정하여 결합한 후, 총 불확실도를 산정하는 방법을 사용하고 있으며, USGS(U.S. Geological Survey) 불확실도의 산정은 경험식을 통한 개별적인 성분을 평가하고 각각의 성분을 이용하여 불확실도를 산정하게 된다. 따라서, 유량측정 성과의 정확도를 판단하기 위하여 과거 낙동강 유역에서 측정된 유속계 성과를 바탕으로 ISO기준 신뢰도 95%와 USGS기준 신뢰도 68%에 대한 불확실도를 산정하여 비교분석 및 평가를 실시하였다.

핵심용어 : 불확실도, 수위-유량관계곡선식

1. 서론

유량측정자료의 정확도는 목적에 따라 중요한 의미를 지니는데, 정확한 유량측정자료를 판단하는 수단 중에 하나가 바로 불확실도이다. 따라서 유량의 정확성을 높이기 위해서는 과거 측정된 유량 자료에 대한 불확실도의 정량적 비교분석과 평가를 통해 정확도를 개선해 나가는 것이 바람직하다. 현재 우리나라에서 유량측정성과의 정확도 판단방법은 ISO기준에 따라 불확실도를 산정하여 USGS에서 제시한 품질등급에 따라 유량측정자료를 평가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 ISO기준과 USGS에서 제시한 불확실도를 각각 산정하여 비교분석 및 평가를 통하여 새로운 품질등급에 대한 필요성을 판단하였다.

2. 불확실도 산정

본 연구에서는 선정된 분석지점을 대상으로 유량측정성과의 정확도를 판단하기 위하여 ISO기준 및 USGS기준을 통한 불확실도 산정을 실시하여 각각의 결과를 비교 분석하였다.

* 정회원 · 유량조사사업단 연구원 · E-mail : sharpkms@hsc.re.kr
** 정회원 · 유량조사사업단 유량조사실장 · E-mail : cy_kim@hsc.re.kr
*** 정회원 · 유량조사사업단 연구원 · E-mail : i971857@hsc.re.kr
**** 정회원 · 유량조사사업단 단장 · E-mail : swjung@hsc.re.kr

1.1 분석 대상 지점의 선정

유량 자료의 확보가 용이하고 유량측정자료의 신뢰성이 확보되어 있는 유량조사사업단에서 측정한 유량자료를 이용하여 분석을 실시하였다. 우리나라는 하천 뿐만 아니라 각각의 지점에도 특성이 다르게 나타나므로 하천 및 지점으로 구분하여 불확실도 산정을 실시하였다. 분석대상지점은 그림 1과 같이 낙동강 본류 지점인 구담, 낙동, 구미, 왜관, 고령교, 적포교, 진동지점등 7개 지점과 낙동강 지류인 길안천의 길안지점, 위천의 용곡지점, 감천의 선산지점, 금호강의 금호지점, 회천의 개진2지점, 황강의 죽고지점, 남강의 정암지점, 밀양강의 밀양1지점, 형산강의 안강지점, 태화강의 조동지점 등 10개 지점으로, 총 18개 지점을 선정하여 2007년부터 2010년까지 유속계를 이용한 유량측정성과를 이용하여 불확실도 분석을 실시하였다.

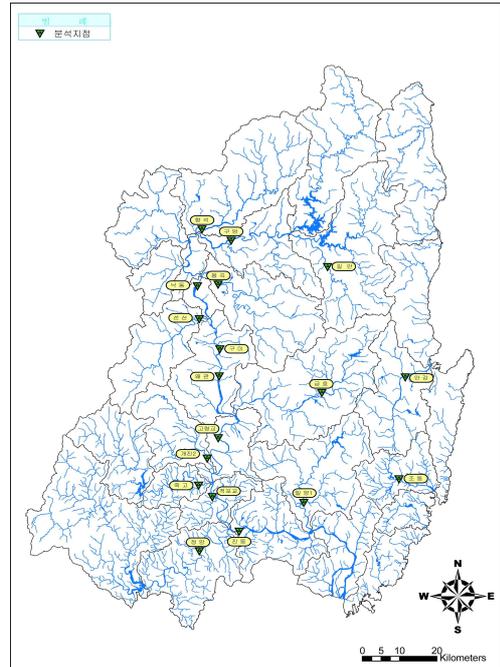


그림 1 분석대상 지점

1.2 불확실도 산정 방법

ISO기준에 따른 불확실도의 산정은 무작위 불확실도와 계통 불확실도를 산정하여 이를 결합함으로써 총 불확실도를 산정하게 된다. 무작위 불확실도는 식(1), (2)로 산정할 수 있으며 계통 불확실도는 식(3)을 통하여 산정할 수 있다. 최종적으로 식(4)와 같이 무작위 불확실도와 계통불확실도의 결합을 통해 총 불확실도가 산정된다.

$$s \pm X^2 + \left(\sum_{i=1}^m b_i d_i \bar{v}_i \right)^2 \left[X'_b + X'_d + X'_e + X'_p + X'_c \right] \quad (1)$$

$$X'_Q = \pm \sqrt{X_m^2 + \frac{1}{m}(X_b^2 + X_d^2 + X_e^2 + X_p^2 + X_c^2)} \quad (2)$$

$$X''_Q = \pm \sqrt{X''_b^2 + X''_d^2 + X''_c^2} \quad (3)$$

$$X_Q = \pm \sqrt{X'_Q^2 + X''_Q^2} \quad (4)$$

USGS기준에 따른 불확실도의 산정은 경험식을 통한 개별적인 성분을 평가하고 각각의 성분을 이용하여 불확실도를 산정하게 된다. 여기서 개별적인 성분으로는 수심, 유속, 유속분포, 등 측정시

발생하는 오차와 계산과정에서 발생하는 오차를 포함하고 있으며 다음 식(5)과 같다. 식(5)에서 b , S_{sd} , S_{sv} 는 0.5% 추정할 수 있으며 이는 식 (6)와 같다.

$$\left(\frac{S_d^2 + S_t^2}{N} \right) + S_i^2 + S_s^2 + S_h^2 + S_v^2 + S_{sb}^2 + S_{sd}^2 + S_{sv}^2 \quad (5)$$

$$S_q = \sqrt{\left(\frac{S_d^2 + S_t^2}{N} \right) + S_i^2 + S_s^2 + S_h^2 + S_v^2 + 0.75} \quad (6)$$

2. 불확실도 산정결과 비교 및 분석

낙동강 본류 및 지류등 총 18개 지점의 유량측정 자료를 이용하여 ISO기준과 USGS기준에 따라 각각의 불확실도를 산정하였다. 각각의 지점에 대한 불확실도 산정결과는 다음 그림2~9와 같다.

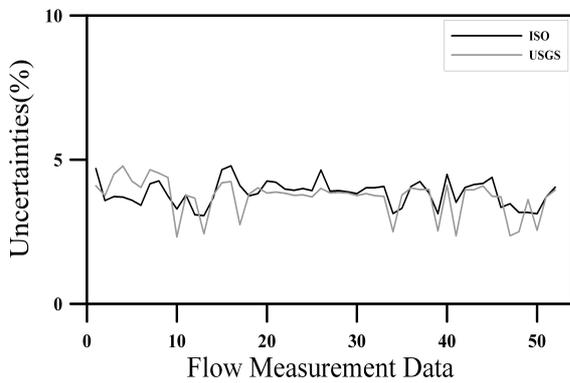


그림 2 향석지점 불확실도 산정결과

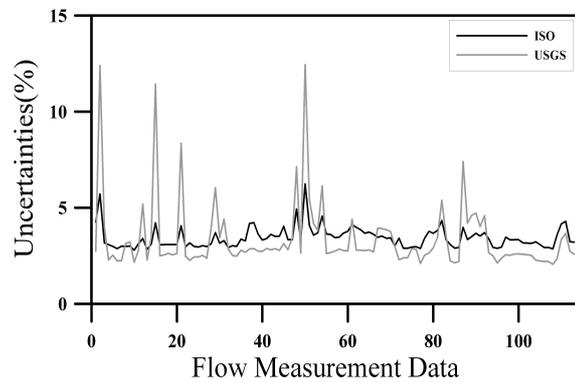


그림 3 낙동지점 불확실도 산정결과

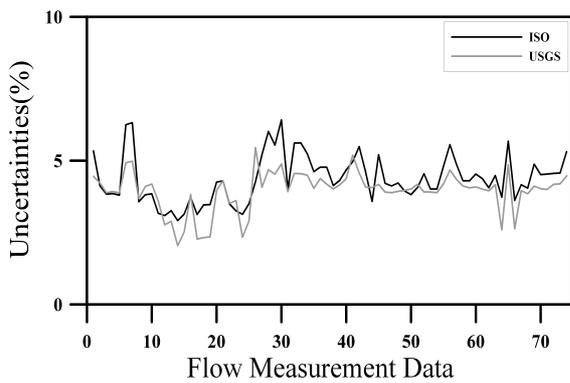


그림 4 선산지점 불확실도 산정결과

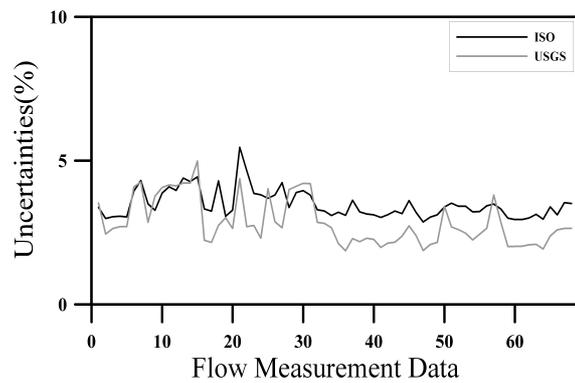


그림 5 구미지점 불확실도 산정결과

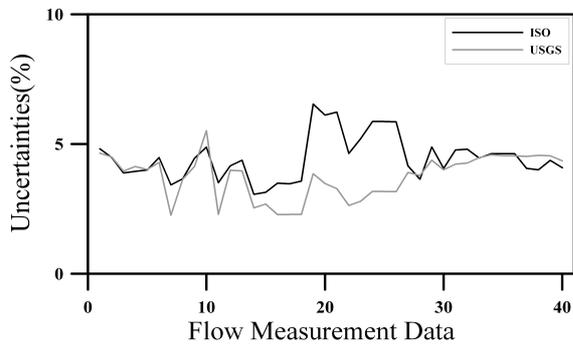


그림 6 금호지점 불확실도 산정결과

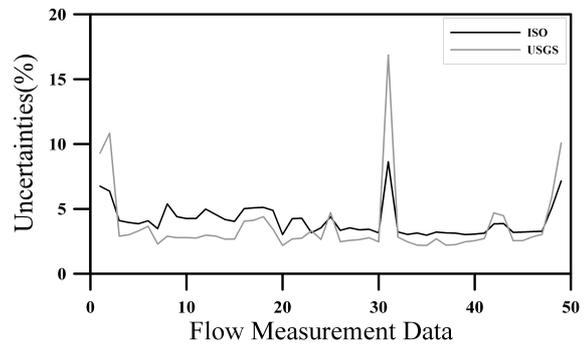


그림 7 고령교지점 불확실도 산정결과

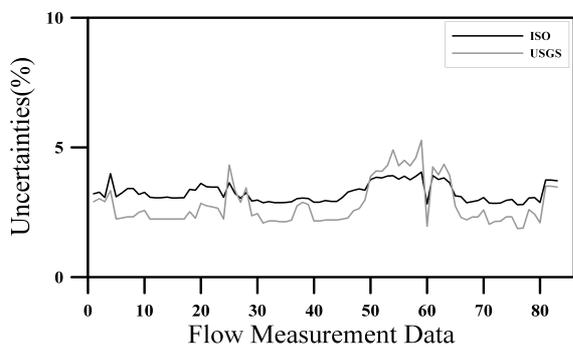


그림 8 진동지점 불확실도 산정결과

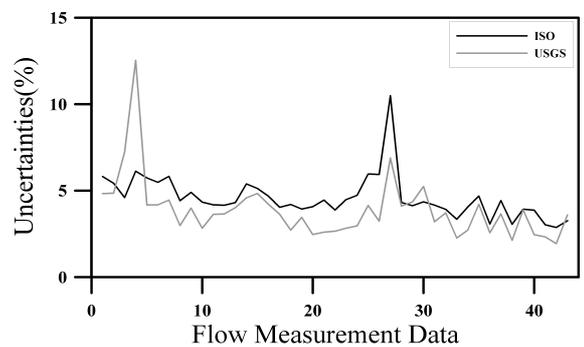


그림 9 조동지점 불확실도 산정결과

낙동강 본류와 지류등 총 18개 지점에 대한 972개의 성과 중 약 31%인 302개의 성과에서는 ISO 기준으로 산정된 불확실도가 더 낮게 나타난 것으로 분석되었으며, 약 69%인 670개의 성과에서는 USGS기준으로 산정된 불확실도가 더 낮게 나타난 것으로 분석되었다. 또한 전체 평균값에서도 ISO기준은 불확실도 $\pm 4.04\%$ 를 나타낸 반면 USGS에서는 불확실도 $\pm 3.85\%$ 로 약 $\pm 0.19\%$ 더 낮게 나타난 것으로 분석되었다.

3. 결론

본 연구에서는 ISO기준과 USGS기준으로 불확실도를 각각 산정하여 비교분석을 실시하였다. 분석결과 ISO기준보다 USGS기준으로 산정된 불확실도가 더 낮게 나타난 것으로 분석되었다. 현재 유량측정의 품질등급은 ISO기준으로 불확실도를 산정하여 USGS의 평가등급을 통해 불확실도를 평가하고 있다. 따라서 본 논문에서 비교분석한 결과와 같이 새로운 평가등급 제시가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. VB Sauer, RW Meyer, (1992). Determination of error in individual discharge measurements. US Dept. of the Interior, USA.
2. 차준호, 김 원, 윤광석, 김동구, 2002, 유량측정자료의 불확실도 분석, 한국수자원학회 2002년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 989-994.