

2006년 전국 유량측정 성과 분석

Discharge Measurement Characteristics Analysis in 2006

한명선*, 황석환**, 정성원***, 김형렬****, 이재형*****

Myoung Sun Han, Seok Hwan Hwang, Sung Won Jung, Hyeong Ryeol Kim, Jae Hyung Lee

요 지

국내 수문자료의 경우 지금까지 자료의 정확성과 관련하여 많은 지적이 있어왔다. 이와 관련하여 정부에서는 유량자료의 정확도를 높이고 전국의 수자원 정보를 파악하기 위하여 유량측정 정확도 향상을 위한 연구에 지원하였으며, 수문관측 매뉴얼을 작성하였고, 각 홍수통제소의 유량측정 과제지시어의 측정 기준 강화를 통해 유량측정의 정확도를 높이기 위해 많은 노력을 하였다. 2003년부터 2006년까지 자료를 바탕으로 유량측정 검증시스템의 적용 결과에 따른 유량측정성과, 수위-유량관계곡선 및 유량자료의 개선된 결과를 소개하고자 한다. 유량측정 검증시스템은 유량측정 기준 강화에 따른 유량측정 성과 개선 파악 및 각각 유량측정 성과의 기본특성 검토, 이상치 여부 판별 및 평가 등 유량측정성과의 검증, 개선된 방법론에 따른 수위-유량관계곡선의 작성, 환산된 유량자료의 평가 및 평가 결과 개선이 필요한 경우 수위-유량관계곡선을 반복 제작 성하는 과정으로 이루어진다. 또한 해당지점의 향후 유량측정시 보완 사항을 파악함으로써 장기 수문관측의 정확도를 높이는 시스템을 구축하는 것이 기본이다.

핵심용어: 유량 조사, 유량 검증, 정확도

1. 서 론

매년 국내에서는 건설교통부 수위관측소 지점의 정확하고 신뢰성 있는 수위-유량관계곡선식을 개발하고, 합리적이고 경제적인 이수 및 치수 계획을 수립하고 홍수에 대비 업무에 활용함과 아울러 각종 수공구조물의 설계에 필요한 수문량 결정 및 홍수에 대비 실시의 기본 자료를 제공하기 위하여 홍수량 및 평·저수량 조사를 실시하고 있다. 이중 최근 2003년과 2006년의 유량측정성과와 유출 자료를 비교함으로써 유량측정 검증시스템의 활용성을 검토하고자 한다(2003년 결과의 경우는 섬진강 유역).

2. 대상유역

대상 유역은 전국 4대강 권역으로 남한의 북부지역에는 한강, 중부지역에는 금강, 남부지역에는 낙동강 및 영산강권역이다.

2.1 유량측정 지점

2004년부터 2006년까지 권역별 유량측정 지점은 다음과 같다(섬진강유역은 영산강권역에 포함). 참고로 2006년의 경우 평수시 및 홍수시 전체를 측정하는 지점이 아닌, 평수시 측정만 실시하는 지점이 있어 2004년과 2005년보다 지점수가 많았다.

* 유량조사사업단 유량조사실 연구원·E-mail : mshan@kict.re.kr
** 유량조사사업단 품질정책실장·E-mail : sukany@kict.re.kr
*** 유량조사사업단 단장·E-mail : swjung@kict.re.kr
**** 건설교통부 하천관리팀 팀장·E-mail : hrkim@moct.go.kr
***** 건설교통부 하천관리팀 사무관·E-mail : jh2000@moct.go.kr

표 1. 전국 유량측정 지점수(2004 ~ 2006년)

권역	2004년	2005년	2006년
한강	27	22	29
낙동강	22	19	28
금강	13	15	17
영산강	19	17	25
계	81	73	99

2.2 유량측정기준 개선사항 및 유량측정 검증시스템 운영

2003년 이전의 유량측정은 용역회사에서 측정한 후 자체 검증하는 시스템이었으나 유량자료 품질 개선을 목적으로 2004년부터 유량측정 검증시스템을 도입하여 보다 높은 품질의 유량자료를 생성하였다. 2004년의 경우 용역회사에서 현장의 유량측정을 담당하고 한국건설기술연구원에서 이를 일상적으로 검증하는 역할 분담을 통해 수행되었으며, 2005년부터 현장 유량측정을 한국건설기술연구원에서 점차 늘려 수행하고, 일상 검증 또한 한국건설기술연구원에서 수행하는 것으로 변경되었다. 주요한 개선사항은 유량측정 기준 및 방법의 강화, 측정결과와 일상적 검증을 통한 정확도 제고, 수위-유량관계곡선 개발방법의 개선 등이며, 유량 환산 및 평가 절차를 추가함으로써 측정한 유량측정성과의 품질을 최종적으로 판단할 수 있도록 하였다.

2.3 수위-유량관계곡선식의 개발 및 유량평가

수위-유량관계곡선식의 개발 방법론을 개선함으로써 곡선식의 합리성을 강화하였으며, 개발된 곡선식을 이용하여 유량을 환산하고 환산된 유량자료의 타당성을 검토함으로써 유량자료의 품질수준을 평가하였다.

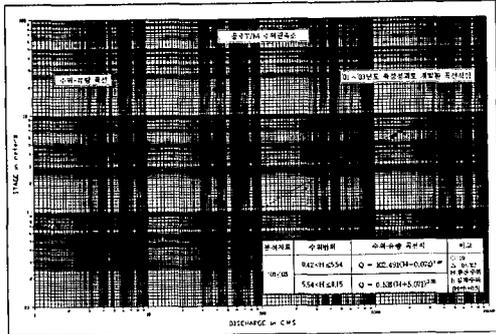
기존 수위-유량관계곡선식은 측정성과를 단순 회귀분석하여 작성하였으나, 2004년 이후에는 다양한 수리 특성 분석을 통한 측정성과 검토와 함께 하천단면 및 수위관측소 주변의 통제특성을 고려하여 구간분리를 시행하였으며, 홍수 전후의 하천단면 및 유량 변화 등을 고려하여 필요한 경우 구간분리를 실시한 수위-유량 관계곡선식을 작성하였다. 더불어 개발된 수위-유량관계곡선식은 강우-유출 관계, 상하류간 유량 비교 등을 통해 종합적으로 검토하여 정상적이지 못한 경우 제반사항을 면밀히 재검토하여 그 원인을 규명하고자 하였고 명확히 오류로 판단되는 경우 그 원인을 제거하여 정확하고 신뢰도 높은 수위-유량관계곡선식을 개발하였다.

3. 유량측정 개선결과

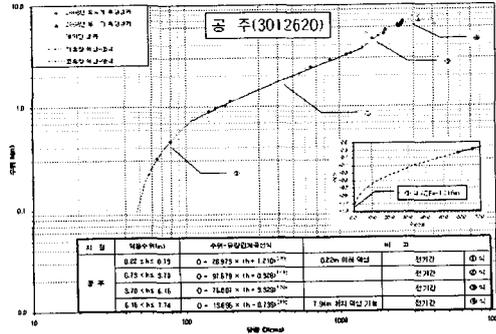
3.1 유량측정성과 비교

유속계를 이용한 평저수기의 경우 2003년은 하폭 50 ~ 280m 사이에 측선이 10개 미만인 경우가 대부분이었으나, 2004년부터는 측선을 20개 이상 배치하였으며, 부차측정은 2003년보다 2004년 이후의 경우 2배 정도의 측선수를 배치하였다. 강화된 측선수의 영향으로 유량측정의 정확도를 나타내는 최대구간유량비의 경우도 크게 향상되었다. 평저수기의 경우 2003년 24%였으나, 2006년에는 9.8%까지 향상되었다. 홍수기 부차측정의 경우도 2003년은 28.5%였으나, 2006년 이후는 20% 이내로 향상된 결과를 보이고 있다. 유량측정의 정확도를 나타내는 불확실도를 살펴보면, 유속계의 경우 2003년 10.2%에서 2004년 이후는 7% 이내로 개선되었으며, 홍수기의 경우도 2003년 14.1%에서 2006년에는 10.7%로 개선되었다.

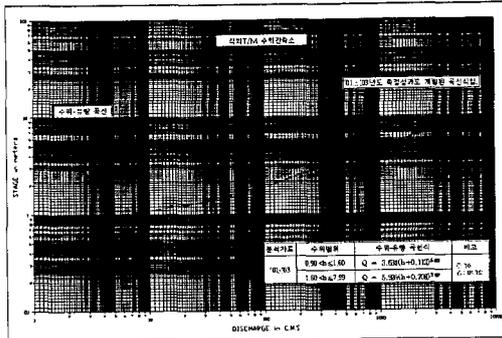
이와 같은 유량측정 정확도 개선 결과를 바탕으로 유출률 평가를 실시한 결과는 그림 2와 같다. 평균적인 유출률로 전체적인 양상을 파악하기는 어려우나 2006년의 경우 배수지점을 제외한 평균이므로 비교적 적절한 결과를 보이고 있는 것으로 판단되며 용역사 측정의 경우 약간 높은 유출률을 보이고 있다.



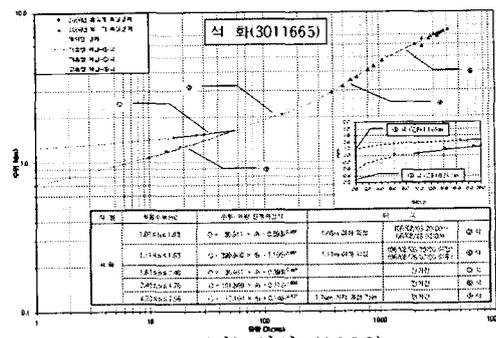
(가) 공주 (2003, 수문조사연보)



(나) 공주 (2006)

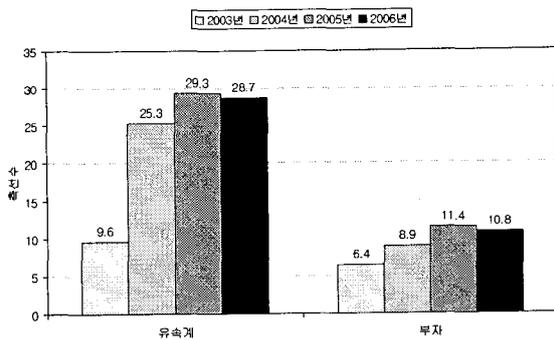


(다) 석화 (2003, 수문조사연보)

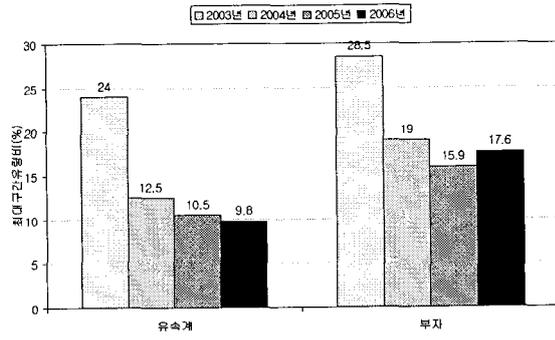


(라) 석화 (2006)

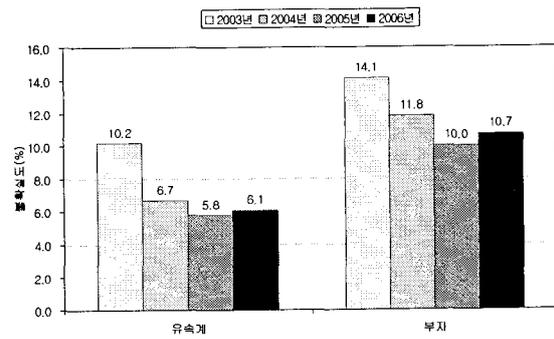
그림 1. 검증 시스템 적용 전후 측정성과 및 수위-유량관계곡선식 비교



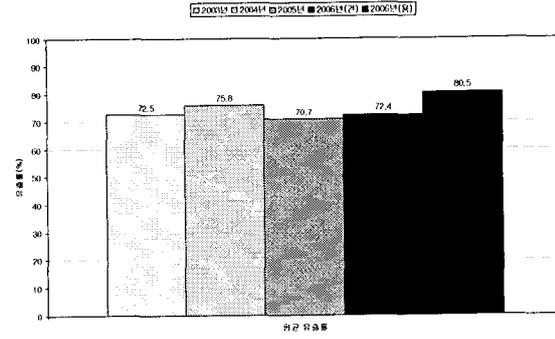
(가) 측선수



(나) 최대유량비



(다) 불확실도



(라) 유출률 (2006 배수지점 제외)

그림 2. 연도별 유량측정성과 비교

4. 2006년 측정 주체간 유량측정성과 비교

2006년의 경우 99개 전체 측정 지점 중 한국건설기술연구원에서 50%, 용역사에서 50% 측정하였으며, 측정성과는 모두 한국건설기술연구원에서 검증하는 형태로 진행되었다. 이를 바탕으로 측정 주체간 유량측정성과를 검토하여 측정의 정확도를 비교 검토하였다.

4.1 유량측정 지점수

전국 4대강 권역에 대한 유량측정 주체별 지점수 현황은 다음의 표 2와 같다.

표 2. 전국 유량측정 지점수 (2006년)

권역	한국건설기술연구원	용역사	계
한강	15	14	29
낙동강	14	14	28
금강	7	10	17
영산강	13	12	25
계	49	50	99

4.2 유량측정 성과 비교

유속계를 이용한 평저수시의 측선수의 경우 큰 차이를 보이지 않았으나, 부자는 건기연이 3.5개 정도 더 많은 것으로 분석되었다. 좀 더 많은 측선수의 영향으로 부자의 경우 최대구간유량비는 건기연이 5%정도 적은 것으로 분석되었다. 불확실도의 경우 측선수 및 측선배치의 영향으로 건기연이 유속계는 1.5%, 부자는 2.5% 적게 산정되었다. 유출률은 배수 혹은 조석의 영향을 지배적으로 받는 지점을 제외하고 지점 평균하여 산정한 결과로 건기연의 경우 평균 72.4%로 산정되었고 용역사의 경우는 평균 80.5%로 비교적 크게 산정되었다.

표 3. 측정 주체에 따른 측선수 비교

장치	측정자	한강	낙동강	금강	영산강	평균
유속계	건기연	28.0	28.1	29.5	30.2	29.0
	용역사	30.8	28.3	22.9	32.0	28.5
부자	건기연	11.8	15.9	14.4	9.7	13.0
	용역사	8.9	10.1	9.1	9.5	9.4

표 4. 측정 주체에 따른 최대구간유량비(%)

장치	측정자	한강	낙동강	금강	영산강	평균
유속계	건기연	10.2	10.0	13.0	10.1	10.8
	용역사	8.2	8.3	11.2	9.8	9.4
부자	건기연	15.9	12.2	14.4	16.1	14.7
	용역사	17.6	20.4	20.5	19.7	19.6

표 5. 측정 주체에 따른 불확실도(%)

장치	측정자	한강	낙동강	금강	영산강	평균
유속계	건기연	5.3	5.7	6.5	6.2	5.9
	용역사	9.9	6.7	6.5	6.4	7.4
부자	건기연	9.9	7.8	8.8	10.9	9.4
	용역사	12.6	11.3	11.4	12.6	12.0

표 6. 측정 주체에 따른 유출률 평가(%)

항목	측정자	한강	낙동강	금강	영산강	평균
유출률	건기연	78.8	66.4	78.0	66.6	72.4
	용역사	76.9	79.4	87.9	77.7	80.5

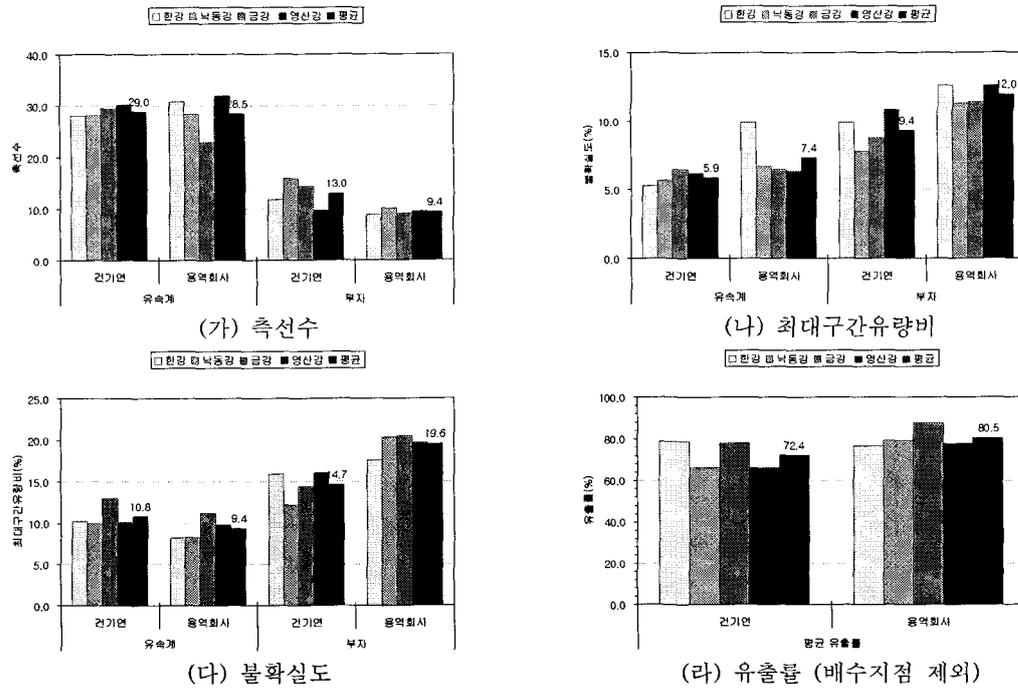


그림 3. 측정 주체별 유량측정 성과 비교

그림 4는 2006년 각 측정지점에 대한 측정주체별 유출률 도수분포표이다. 하두독 배수영향이나 감소영향 등의 경우가 아닌 정상적인 조건에서 50% ~ 90% 범위구간을 한계 범위구간으로 볼 때 용역사의 유출률은 배수영향 지점을 감안하더라도 비교적 변동 폭이 크고 다수의 지점에서 구간 외의 값을 보이고 있다.

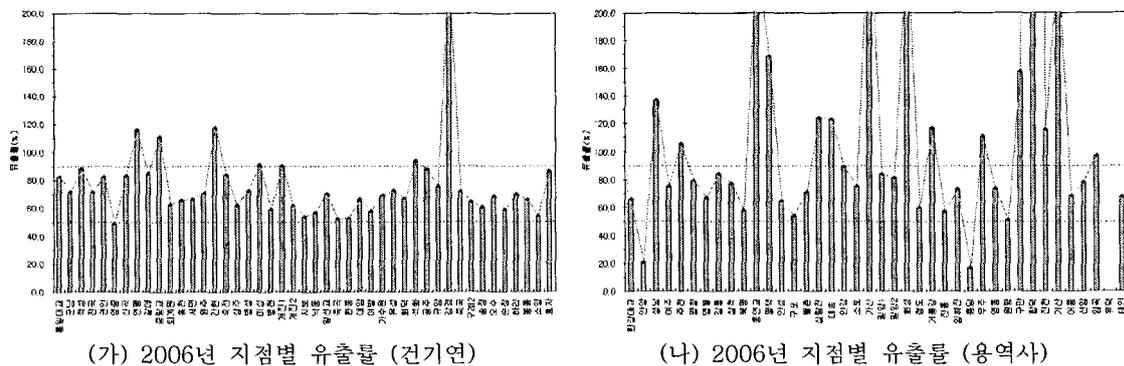


그림 4. 측정주체별 지점별 유출률 비교

5. 결론

2004년부터 도입되어 적용한 유량측정 검증시스템의 운영과 2005년부터 도입한 전문 인력에 의한 유량측정을 통해 비교적 양질의 유량자료를 확보할 수 있었다. 이는 유량측정 기준 및 방법의 강화, 강화된 기준을 적용한 유량측정, 측정성과의 일상적 검증, 개선된 방법론에 따른 수위-유량관계곡선식의 작성, 환산된 유량자료의 평가 등 유량측정 전문 인력에 의한 일련의 측정 및 검증과정을 통하여 양질의 유량자료를 확보할 수 있음을 보여준다. 현재까지 3년의 운영 결과로 어느 정도 양질의 수문자료를 확보했다고 판단되며, 향후

본 논문에서 적용한 기준과 방법을 연차적으로 더욱 정교하게 현장에 적용하고 연구개발을 통하여 감소나 배수구간에서의 유량측정 및 산정방법을 개선하며 전문 인력에 의한 유량측정과 자료검증이 지속적으로 수행된다면 유량자료의 품질수준을 더 획기적으로 높일 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 정성원, 김동희, 한명선, 문장원(2003), 유량자료 품질개선을 위한 정확도 제고방안-유량측정성과- 및 -수위-유량관계곡선-, 2003년 한국수자원학회 학술발표회 논문집(I), 한국수자원학회
2. 건설교통부 한강홍수통제소(2002), 2001년도 한강유역 수자원 시험장비의 설치 및 운영 -시험유역 및 주요 지천 등에 대한 유량측정 보고서
3. 수자원의지속적확보기술개발사업단(2004), 지표수 조사기술 개발 1단계 보고서
4. 건설교통부(2003), 한국수문조사연보
5. ISO(1997), Measurement of Liquid Flow in Open Channels -Velocity-area Methods, ISO-748:1997(E)
6. Rantz, S.E.(1982), Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1. Measurement of Stage and Discharge, Volume 2. Computation of Discharge, USGS Water-supply Paper 2175