수문조사기기의 검정 체계의 확립방안

Establishment schemes for an Inspection system of hydrological survey instruments

장복진* / 정성원 ** / 박성식 ***/ 이신재 ****

Jang, Bok Jin* / Jung, Sung Won** /Park, Sung Sik***/Lee, Sin Jae****

요 지

수문조사기기의 검정은 수문조사에 활용하거나 활용하고자 할 다양한 수문조사기기를 일관되고 표준화된 기준으로 검사하여 수문조사에 적합한 기기를 설치하거나 지속적으로 사용하도록 하고자 하는 것이다. 이러한 검정은 국가수문자료의 신뢰도를 높이고 유지하고자 하는 기본적이고 중요한 업무이다.

국내에서는 2009년 2월 현재 회전식 유속측정기기와 일부 강수량측정기기만을 검정하고 수문조사에 활용하고 있는 실정이다. 따라서 수문자료의 신뢰도에 대해 제시할 수 있는 지표는 유량측정결과의 불확도와 일부 강수량계를 제외하고 사실상 없다고 할 수 있다. 그 밖의 수문조사기기들에 의해 생산된 수문자료는 단지 제조사에서 제공하고 있는 정확도와 정밀도 등의 정보를 통해서 가늠하고 있어 국가수문자료로서의 신뢰성으로 제시하기에는 부족하다고 할 수 있다.

수문조사기기의 검정시행을 위해서는 각 기기에 대하여 검정방법, 허용오차, 검정기관의 조건 및 기타 행정적 체계 등이 필요하다. 본 연구에서는 국내에서 사용되고 있는 수문조사기기의 현황을 파악하고 대상기기를 선별할 수 있도록 하였다. 그리고 각 대상 수문조사기기에 대한 검사방법과 허용오차를 규정하기 위해 공통적으로 필요한 과정과 방법론을 제시하여 객관적으로 신뢰할 수 있으며 효율적으로 적용 가능한 검사방법과 허용오차를 결정할 수 있도록 하였다. 또한 공신력 있는 검정 결과를 보장하기 위해 검정기관에서 갖추어야 할 인력, 설비 및 품질 시스템 등이 국제표준(ISO)에 부합되면서도 수문조사분야에 효율적으로 적용될 수 있는 조건들에 대해 분석·제안하였다.

본 연구결과는 국가차원에서 신뢰할 수 있는 공인검정기관이 수문조사기기 검정을 시행할 수 있게 하는 초석이 될 것이며, 수문조사기기의 검정이 시행되면 이후 생산되는 수문자료는 정해진 검사방법과 허용오차 이내의 품질을 공인검정기관이 인정하는 수문자료로서의 신뢰도를 확보하게 될 것으로 기대된다.

핵심용어 : 수문조사기기의 검정, 검정방법, 허용오차, 검정기관, 수문자료의 신뢰도

* 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 선임연구원 공학박사 · E-mail : bjjang74@kict.re.kr

** 정회원 · 유량조사사업단 단장 공학박사 · E-mail : swjung@kict.re.kr

*** 정회원 · 한강홍수통제소 조사과 공학박사 · E-mail : sspark72@mltm.go.kr

**** 정회원 · 유량조사사업단 품질정책실 선임연구원 공학박사 · E-mail : lsj@kict.re.kr

1. 서 론

국내 수문측정자료의 신뢰도는 얼마인지 뚜렷이 제시할 수 있는 지표는 현재 유량측정결과의 불확도를 제외하고 사실상 없다. 유량측정의 경우에는 수문조사기기 중에서 유일하게 유속계의 검교정이 이루어지고 있기 때문에 측정과정에서의 불확도 추정이 가능한 것이다. 일반적으로 유속계를 제외하고 수문 측정에 사용되고 있는 기기는 정확도와 정밀도 등의 정보를 단지 제조자의 규격서 만을 통해 확인하고 사용하고 있는 것이 현재 국내 수문관측의 현실이다.

국가수문자료는 하천 또는 수자원 관련 계획, 정책 및 연구 등 다양한 분야에서 기초자료이자 판단근거로서의 중요한 자료로 활용도는 더욱 넓어지고 있어 그 가치 또한 점점 더 높아지고 있다. 따라서 국가차원에서 수문자료의 신뢰도 확보와 제고를 위한 국가적인 방법과 체계를 갖추는 노력이 반드시 필요하다.

수문측정자료의 신뢰도 확보를 위해서는 수문조사에 적합할 만큼 충분히 정확한 수문조사기기를 이용해야 하며, 표준화된 방법과 기준을 통하여 수문자료를 생산하여야 한다. 또한 생산된 자료는 최적화된 품질관리시스템을 통해 관리, 수정, 보완, 확정 및 배포 되어야 한다. 이러한 배경에서 최근 국토해양부에서는 수문조사기기의 검정시행, 수문조사 방법 및 기준의 표준화, 수문자료의 품질관리시스템 구축 등의 노력을 통해 수문자료의 신뢰도와 활용성을 제고하고자 하고 있다. 그 중에서도 이러한 국가수문자료를 최초 생산하는데 사용되는 수문조사기기의 정확성을 검사하고 합격된 기기만을 사용하도록 수문조사기기의 검정을 시행하는 것은 신뢰할 수 있는 국가수문자료의 생산과 제공을 위한 첫걸음이 되는 매우 중요하면서도 기본적인 품질관리의 시작업무라고 할 수 있다.

2. 검정시행 법적 근거 및 규정

수문조사기기에 대한 검정관련 규정은 하천법에 이미 그 기본 시행체계가 규정되어 있다(표 1). 하천법 제19조에는 수문조사를 실시하는 기관의 장은 수문조사자료의 신뢰성을 확보하기 위하여 수문조사에 사용되는 수문조사기기에 대하여 국토해양부장관의 검정을 받도록 규정되어 있다. 동법 시행령 제14조에는 검정수수료가 별표로 규정되어 있으며, 하천법 시행규칙 제10조에는 검정의 면제·절차·기준 및 유효기간을 규정하고 있어 검정시행을 위한 기본적인 규정을 갖추고 있다.

하천법 기타 관련조항으로는 제92조 3항에는 국토해양부 장관의 검정권한을 하천관련 기관이나 단체에 위임할 수 있도록 규정하고 있으며, 이에 따라 동법 시행령 105조와 제106조에서 한강홍수통제소장에게 수문조사기기의 검정관련 권한을 위임하고 있고 검정을 수행할 위탁기관으로는 수자원공사, 한국건설기술연구원, 협회로 한정하여 기본적으로 기술적 전문성과 품질관리를 위한 행정력을 갖추고 있는 기관이 검정을 위탁·수행할 수 있도록 하고 있다.

법 이외의 수문조사기기 검정관련 기준은 표 2에서와 같이 하천설계기준, 수문관측업무규정, 수문관측매뉴얼, 수자원기초조사편람, 하천사방기술기준에 유속계의 검정을 매년 1회 실시하여 유속계 계수를 결정하는 검정식을 받도록 규정하고 있다. 기타 강수량, 수위 측정기기 등 기타 수문조사기기에 대한 검정관련 기준은 현재 없는 상황이다. 한편, 국외에서는 미국 USGS에서는 HIF(Hydrologic Instrumentation Facility)에서 USGS의 관측기기를 검사, 교정, 유지보수 등 작업을 일괄 수행하고 있다. 일본에서는 유속계 검정소(정부기관)에서 시행하다가 행정 사무 효율화

의 일환으로서 전문설비를 갖춘 민간 전문시험기업 등에서 시행하고 있다. 유속계를 제외한 강수량계와 수위계에 대한 검정 또는 교정은 별도로 시행하고 있지 않으며 다만, 수문관측소 운영기관에서 1년에 한번 각 수문관측소의 종합점검을 시행하면서 그 성능을 검사하는 작업을 약식으로 시행하고 있다. 유속계의 검교정은 검정수로를 이용한 회전식 유속계의 검정이 주로 이루어지고 있는데 유체의 유속과 회전요소의 회전율간의 관계를 실험적으로 결정하는 것으로서 ISO 3455(KS B ISO 3455)의 방법에 준하여 미국, 일본, 한국(한국건설기술연구원)에서 같은 방식으로 실시하고 있다.

표 1. 수문조사기기 검정관련 하천법, 시행령, 시행규칙

하천법	시행령	시행규칙
· 제19조 수문조사기기의 검정 등 - 1,2항 : 검정 의무 - 3항 : 검정증인 표시 의무 - 4항 : 수수료 납부 의무 - 5항 : 검정기준·절차 및 유효기간 등 필요한 사항은 국토해양부령으로 정함	·제14조 검정 수수료	·제10조 검정의 면제·절차·기준 및 유효기간 - 검정면제 가능 기기 - 검정신청서를 한강홍수통제소장에게 제출 - 유효기간 30일 전까지 검정 신청 - 한강홍수통제소장은 검정 적합할 경우, 검정증명서 발급 - 수문조사기기 검정 기준 - 검정유효기간 · 검정증인의 표시
· 제92조 권한의 위임·위탁 - 3항 : 검정 권한 대통령령으로 하천관련 기관 에 위탁 가능	· 제105조 권한의 위임 - 3항 : 검정권한 한강홍수통제소장에 위임	
· 제95조 벌칙 - 3호 : 2년 이하 징역 또는 1천만원 이하 벌금	· 제106조 위탁기관 - 한국수자원공사, 한국건설기술연구원, 협회	

표 2. 수문조사기기 검정관련 규정

하천설계기준	수문관측업무규정	수문관측 매뉴얼/수자원기초조사편람	하천사방기술기준(일본)	KS/ISO 기준	USGS	기상관측 검정기준
·유속계의 검정 - 국가공인유속계 검정소 매년 1회 (하천법에서는 2년 1회로 규정) - 유속계 계수 결정				·검정수로를 이용한 회전식 유속계의 검정 - 유체의 유속과 회전요소의 회전율 간의 관계를 실험적으로 결정하는 절차 ·KS B ISO 3455, ISO 3455	·유속계의 검정 -HIF(Hydrologic Instrumentation Facility)에서 수행 -검정수로 이용	·기상측기에 관해 위임한 사항과 시행에 필요한 규정 ·기상측기의 검정기준에 대한 검사방법 및 공차(2006)에 대해 자세히 규정

3. 검정시행 체계

수문조사기기의 검정에 관한 법적 기반 체계는 2.2절에서와 같이 이미 마련되어 있다. 그러나 이러한 법적 기반대로 수문조사기기의 검정을 시행하기 위해서는 기본적인 검정수행방안을 수립하여야 함은 물론, 국내에서 주로 활용되고 있는 수문조사기기 각각에 대하여 검사방법 및 허용오차를 마련해야 하며, 이러한 검사를 공신력 있게 실시할 수 있는 검정대행기관을 선정하여야 한다.

3.1 대상수문기기

검정대상 수문기기는 하천법 시행규칙 제10조의 별표2에 기본적으로 따른다. 하지만, 수위측정기기는 그 대상을 구체적으로 정하지 않으면 검사방법을 공통으로 정하기 어렵기 때문에 국내 수문조사기기로 활용되고 있는 기기의 현황을 조사하여 결정하였다. 수위관측소의 측정방식별 조사자료(표 3)에 의해 검정대상 수위계는 부자식, 레이더식, 음파식, 기포식, 영상수위, 압력식 및 기타 수위계로 정하였으며 향후 해마다 대상수위계 현황과 필요성을 검토하여 검사방법 및 허용오차를 결정하는 것이 필요하다.

표 3. 국내 주요 수위관측소의 측정방식별 현황(2008. 10)

관리기관	관측소수											
	부자식	영상수위	기포식	레이더식	음파식	압력식	부자·레이더식	초음파	탐침식	레이저	기타	계
국토해양부	297	4	6	34	18	2	5	1	2	-	-	369
한국수자원공사	94	-	5	14	-	4	-	4	-	2	4	127
한국농촌공사	1	-	-	-	6	-	-	3			7	17
한국수력원자력	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
계	399	4	11	48	24	6	5	8	2	2	11	520

3.2 검사방법 및 허용오차 결정

하천법 시행규칙 제10조의 별표1에서는 각 수문조사기기에 대하여 간단하게 외형구조검사 기준과 정확도 검정에 관한 기준을 제시하고 있지만 매우 기본적이고 정성적인 기준이므로 각 검정대상기기의 종류에 따라 외형구조 검사와 정확도 검사방법을 구체적으로 제시하여야 한다.

이러한 검사방법 및 허용오차는 객관적으로 신뢰할 수 있어야 하며 현실적이며 또한 효율적인 검사가 가능해야 한다. 이러한 산출물을 위해 우선 각 제품 매뉴얼과 관련법, ISO와 같은 국제표준 또는 WMO 등 국제기관에서의 검사방법과 허용오차를 참조하여 초안을 작성하였다. 이 초안은 관련 산업체를 통해 제품별 공통된 특성조사 및 기기제공 산업체의 입장에서의 현실적이고 효율적인 검사방법을 조율하였다. 또한 수문조사를 직접 실시하고 있는 실무자와 전문가로 이루어진 자문회의 등을 수차례 통하여 최종적으로 결정하여 고시(한강홍수통제소 고시 제2009-20호)되었다(그림 1참조). 표 4는 각 수문조사기기의 결정된 허용오차와 그 유효기간을 정리한 것이다. 각 기기별 검사방법은 한강홍수통제소 고시 제2009-20호 “수문조사기기의 검정기준에 대한 검사방법 및 허용오차”에 명시되어 있다.

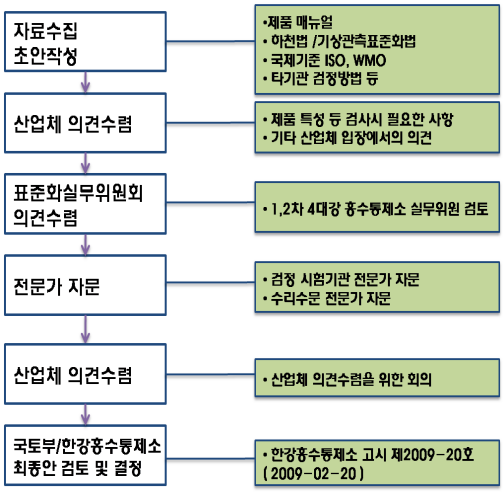

그림 1. 검사방법 및 허용오차 결정방법

표 4. 검정대상기기의 허용오차와 유효기간

대상기기		허용오차	유효기간
수위	부자식	실내 : ± 1 cm (또는 범위의 0.1 %) 현장 : ± 2 cm (또는 범위의 0.2 %)	3
	레이더식		
	압력식		
	기포식, 기타		
유속	회전식	검정식 제시	2
유사량	유사량채취기	수평각 ± 10 °	5
강수량	강우량계	± 5 %	3
	우설량계		
증발산량	증발량계	(소)테두리내경 : 200 mm ± 0.6 mm, 깊이 : 100 mm ± 3.0 mm (대)테두리내경 : 1,200 mm ± 6.0 mm, 깊이 : 250 mm ± 10.0 mm	5
	증발산량계	기상관측표준화법 규정	5
토양수분	토양수분량계	± 5 %	5
2종 이상의 복합기기		각 수문조사기기의 검정유효기간	

3.3 검정대행기관의 요건 결정

검사 또는 시험기관에 대한 국제표준규격을 살펴보면, ISO/IEC 17020에는 검사를 수행하는 기관들의 신뢰를 향상시킬 목적으로 그 요건들을 다양하게 제시하고 있다. 그러나 하천법 시행령 제106조에 의하여 수문조사검정대행기관은 “한국건설기술연구원”, “한국수자원공사” 및 “협회”로 한정하여 검정대행기관으로서 기본적으로 필요한 행정, 전문성(품질시스템), 경영요건 등은 이미 갖추고 있다고 할 수 있으므로 기본적인 직원요건과 시설 및 장비 요건을 만족하는 기관을 선정하고 검정을 시행하고 기타 요건에 대해서는 향후 지도·감독 등을 통해 과학적이고 합리적인 검정업무를 유지하는 것이 효율적으로 판단된다. 이러한 검정대행기관의 요건도 3.2절의 검사방법 및 허용오차 결정방법과 마찬가지로 실무자 및 전문가 자문회의를 거쳐 결정되었으며 한강홍수통제소 고시 제2009-21호 “수문조사기기의 검정대행기관 요건”로 정해졌다.

수문조사기기 검정대행기관의 요건을 간단히 정리하면 그림 2와 같이 교육 및 경력 자격을 갖춘 기술책임자와 시험원 인력을 갖추고 있어야 하며, 100m 이상의 유속계 검정용 수로, 수위계 검정시험설비와 함께 기타 수문조사기기 검정을 위한 장비 및 설비를 갖추도록 하였다. 또한 검정대행기관에 대한 국토해양부의 지도·감독을 위한 규정항목을 추가하였다(그림 3)

그림 2. 수문조사기기 검정대행기관의 요건

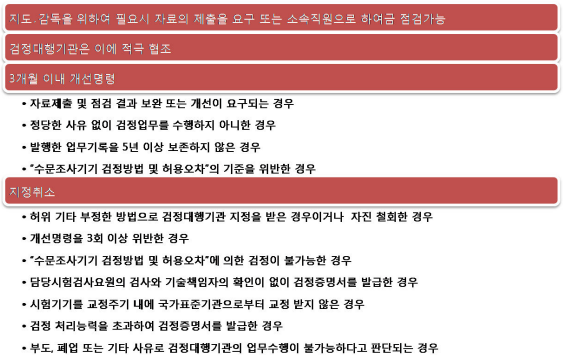

그림 3 검정대행기관의 지도·감독

3.4 기타 검정시행 방안

수위계, 강수량계의 검정은 신설설치시 검정대행기관에서 검정을 직접 받는 일반검정을 실시한다. 검정유효기간이 만료되어 갱신하거나 기존 설치되어있는 기기의 검정이 필요할 경우 검정대행기관에서 현장검정을 수행한다. 현장검정과 일반검정은 모두 외형구조검사와 정확도 검사를 실시하여 검정 합격, 불합격 여부를 판단한다. 현장검정은 기기의 정확도 이외의 설치상 문제 및 유지관리상 문제(기준수위표와 일치, 관측정 내외 수위의 일치, 표준시간과의 일치, 기타 측정기기의 정확도 이외의 문제 등)를 조사하여 문제점을 해당운영기관에 제시하여 수문자료의 정확성을 높이도록 한다(그림 4). 그림 5는 이러한 검정시험을 신청에서 검정증명서 발급까지 절차를 간단히 도식화 한 것이다.

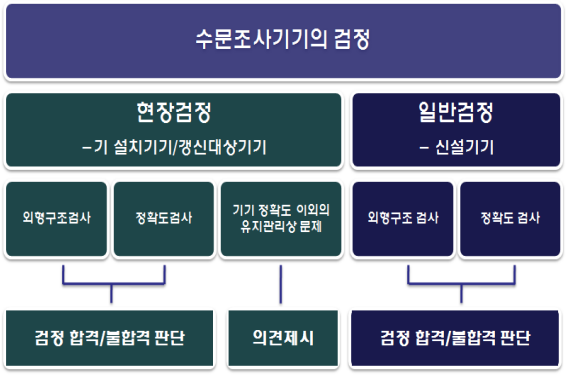

그림 4. 검정시험의 종류

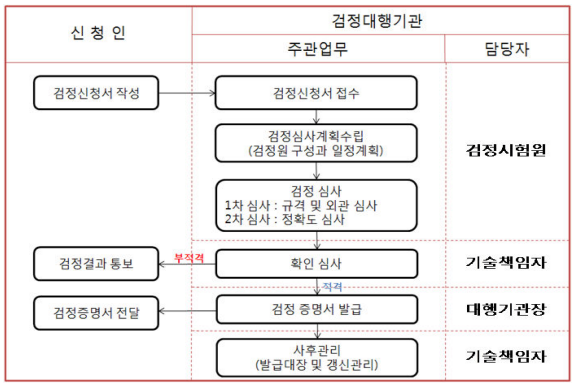

그림 5. 일반적인 검정절차

수위계의 검정은 외형구조 검사와 정확도 검사로 나누어 시행되며, 두 가지 모두 3.2절에서 설명한 검사방법 및 허용오차의 기준에 만족해야 한다. 외형구조 검사는 기본 제품 규격, 구조 및 재질의 기준에 대한 기본 요건을 주로 검사한다. 한편, 정확도 검사는 수문조사기기의 측정정확도를 검사하는 것으로서 외형구조검사에 비해 그 비중이 크다고 할 수 있다. 일반적으로 일반검정은 최적의 조건에서 기기의 정확도를 시험하고 현장검정은 현장에 설치된 그대로 현장에서 검정하기 때문에 기준값(기준기의 값)과 오차가 현장검정이 더 클 수밖에 없다. 따라서 정확도 검사의 허용오차는 일반검정과 현장검정과 각각 달리 규정하여 시행한다.

일반검정의 경우 검정 시험기간은 연중 내내 접수 후 15 일 이내 시행 및 처리하도록 한다. 그러나 현장검정의 경우, 동절기에는 하천결빙으로 홍수기에는 거친 수위변동과 현장접근의 위험성 등으로 인해 정확한 검정시험이 처리 기간내 이루어지기 힘들다. 따라서 동절기인 12월, 1월, 2월과 홍수기인 7월, 8월에는 현장검정을 원칙적으로 실시하지 않도록 한다.

표 5. 검정처리기간 및 연중 가능 일정

검정 시험	검정 시험기간	처리기간
일반검정	연중내내	15일
현장검정	연중 동절기(12, 1, 2월)와 홍수기(7, 8월)를 제외	15일

4. 결 론

현재까지 우리나라 수문조사는 기기를 구입하여 특별한 검정 없이 그대로 사용하거나 설치하고 운영하였다. 이러한 과정에서 검정을 추가하여 수문조사에 사용할 수 있는 기기인지 확인하고 검사하는 일은 시간과 비용을 들여야 하는 노력이 필요하다. 이는 실제 수문조사를 실시하는 기관의 실무자나 수문조사기기를 제공하는 산업체의 입장에서는 예산문제와 소요인력의 증가 등을 걱정해야하고 또한 이러한 문제가 해결되지 않는다면 어렵고도 귀찮은 업무가 될 수도 있다.

그러나 우리가 생산하는 수문자료가 얼마나 신뢰도를 가진 것인지 지금처럼 알 수 없거나 가늠하기 어렵다면 그 자료의 활용도와 가치는 향상될 수 없을 것이다. 이러한 점에서 기기검정은 수문조사자료의 신뢰도 향상과 활용성 제고를 위한 출발점이라 할 정도로 중요하고 기본적인 사안이다. 이러한 필요성에 국가차원에서 검정관련 법적 기틀이 마련되었고 객관적으로 믿을 수 있는 시행을 위해 구체적인 필요체계를 차근차근 준비하고 있다.

향후 수문조사분야에서 기기검정이 성공적으로 자리 잡기 위해서는 홍보, 예산 확보, 공신력 있는 검정기관 선정과 필요 검정 시스템의 개발 및 개선 등이 필요하다. 또한 이밖에도 검정에 대한 수문조사분야 관련 종사자의 필요성 인식, 성실 이행 등 마음가짐의 변화가 필요한 시점이다.