

계량과 측정의 소급성에 대한 고찰

탁 일 천

동화엔지니어링

(gofire@gofire.co.kr)

1. 계량(計量)과 측정(測定)이란?

1992년 12월 우리나라에서는 ‘계량법’을 ‘계량 및 측정에 관한 법률’로 전문 개정하였으며 1999년 2월에는 국가표준 기본법을 제정하여 계량과 측정에 관한 규정을 완전히 분리하였다. 그러나 아직까지 많은 사람들이 이를 혼동하고 있으며 도량형이라는 용어까지 구분없이 사용하고 있는 실정으로 이는 종래의 도량형이라는 용어가 길이, 넓이, 부피, 질량 등 한정된 분야에 해당되었던 용어임에 반하여 계량이라는 용어는 산업이나 상거래에 새로운 분야가 자주 추가됨으로써 생긴 까닭이다. 국제측정학용어집(VIM)에 의하면 ‘measurement’는 ‘양의 값을 결정하기 위한 일련의 작업’으로 정의하고 있으므로 측정으로 번역하여도 아무문제가 없지만 ‘metrology’는 측정에 관한 과학(science of measurement)으로 정의되고 있으므로 번역에 있어서는 ‘도량형’과 ‘계량’을 구분하여 사용하여야 한다.

과학기술은 그 자체가 측정이란 행위로 이루어지며 정확한 측정은 과학과 기술의 기본이다. 특히 산업제품의 생산에는 정확한 측정이 필수적이며 이러한 측정을 체계적으로 다루는 학문분야가 측정학이다. 그러나 우리사회는 아직까지 측정의 중요성에 대한 인식이 높지 않은 실정이다.

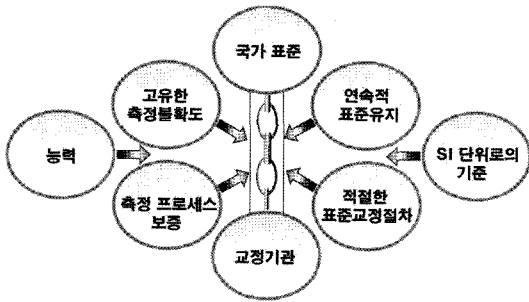
그러므로 ‘metrology’는 측정학으로 번역하여 사용함이 원칙이며 필요에 따라 측정표준, 도량형 또는 계량으로 사용할 수도 있지만 어느 경우든지 ‘measurement’와 ‘metrology’를 구분하지 못하고 측정

과 계량을 혼동하여 사용하는 일은 피하여야 할 것이다.

2. 측정의 소급성

2.1 소급성(Traceability)의 개요

소급성이라는 용어는 도량형에 대한 국제 기본용어집 (International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology)에 다음과 같이 기술되어 있다. “모든 불확도가 명확히 기술되고 끊어지지 않는 비교의 연결고리를 통하여, 명확한 기준(국가 또는 국제 표준)에 연관시킬 수 있는 표준 값이나 측정결과 의 특성을 말한다.” 또는 미국의 NIST(국립표준기술원 : National Institute of Standard and Technology) 핸드북 150에는 “측정장비의 정확도를 더 높은 정확도를 가진 다른 측정장비 그리고 궁극적으로는 1차 표준(Primary Standard)으로 연결시키는 문서화된 비교 고리”로 측정장비의 소급성에 대하여 덧붙여서 설명하고 있다. 요약하면 국제적으로 정한 단위(si) 측정값에 맞추어 국가에서 정한 측정표준과 산업체에서 수행하는 측정값이 일치되도록 하여 국제적으로 인정받을 수 있도록 하는 것을 의미한다. 따라서 KOLAS(한국교정시험기관 인정기구 : Korea Laboratory Accreditation Schene)인정을 획득하기 위해 소급성을 입증하고자 하는 경우, 교정기관은 국가표준으로의 끊어지지 않는 비교 고리뿐만 아니라, 이러한 고리가 고유한 불확도, 측정프로세스의 보증, 연속적인 표준유지, 적절한 교정절차 및 표준의 취급에 의해서 지원되어야 한다.



2.2 측정의 소급성이 왜 요구되는가?

측정은 재화 및 서비스 생산에 있어서의 기초를 이루며, 국가측정표준은 산업 및 사회적 구조의 기반이 된다. 계량표준은 제조 과정, 제품 시험, 건강 및 안전, 환경감시, 식품 처리, 새로운 기술의 채택, 과학적 진보 및 국내경제에서의 공정거래의 기반이 된다.

측정은 우리주변의 도처에 존재하지만 그 중요성에도 불구하고 종종 간과되고 있다. 또한 시험은 측정에 기초하기 때문에 측정 및 측정 소급성에 대한 상호승인은 시험결과에 대한 상호인정에 있어 가장 필수적인 전제조건이 되는 것이다.

이제는 국제시장에서도 품질의 중요성을 충분히 인식하고 ISO 9000과 같은 품질시스템의 도입이 널리 확산되고 있다. 그러나 여기서 분명한 것은 품질시스템 자체가 양질의 품질을 생산해내는 것이 아니라는 사실이다. 품질시스템은 공정을 감독하고 일관성을 보장하기 위한 메카니즘이지 품질의 보증품은 아니다. 사실, 품질시스템이라는 것도 제조 과정 또는 시험에 관련된 측정 혹은 측정과정이 부정확하다면 불량품을 지속적으로 생산해내는 수단이 될 수 있다.

원자재 검사, 공정관리 또는 완제품 시험에서든지 양질의 측정 또는 측정결과의 보증요건은 두 가지 측면, 즉 능력(Competence)과 측정의 소급성이 관련된다. 이때의 능력은 측정요원과 측정방법 및 품질시스템과 관련되며, ISO/IEC 17025에 따른 제3자 인정을 통해 가장 잘 나타난다.

측정의 소급성은 측정장비의 정확도와도 관계된다. 측정 장비의 지시 값 또는 기기에 의해 주어지는 결과는 측정이 이루어지는 물리적 단위에서 정확해야만 하며, 궁극적으로 그단위의 기본적 실현을 위

하여 교정을 통한 측정표준과의 소급성을 필요로 한다. 세계 시장에서 제품 시험 및 적합성에 대한 국제적 승인에 대한 요구가 날로 증가하고 이를 위해 국제측정표준과의 소급성이 요구되기 때문이다.

2.3 소급성에 대한 세계적 보증

SI단위에 대한 국제 측정표준은 국제도량형국(BIPM)에 의해 유지되는 합의된 기본표준과 국제적인 비교 프로그램, 특히 국제도량형국이 주관하는 프로그램(Key Comparison)을 통하여 다른 기본표준에 상응한 것으로 증명된 국가계량연구소에 의해 유지되고 있는 표준들로 구성된다. 국제적으로 국가계량연구소들의 주된 임무는 기본표준을 확립하고 국제비교를 통해 이러한 표준의 정확도를 증명하는 것이다.

SI단위의 실현으로서 기본표준은 매우 구체적인 단일 값을 가진 표준이 되기 쉽고 이런표준에 대한 증명된 소급성만으로는 상당히 광범위한 양이나 값에 대해 그 능력을 충분히 입증할 수 없다는 점에 대하여 국제적으로 관심이 고조되고 있다.

이 때문에 국가계량연구소가 더욱 완벽하게 소급성과 능력을 증명하기 위해서는 좀 더 광범위한 범위의 국제비교에 참가해야 한다는 압력이 커지고 있다.

「예를 들면, 전기저항 분야 1 ohm 기본 표준에 대한 국제비교를 통한 소급성 증명이 다소 상이한 기술을 요하는 매우 큰 저항값에 대한 측정능력을 증명해주지는 못한다. 이 문제는 국제도량형국 및 자문위원회에 의해 지속적으로 제기되어 왔으며, 국제도량형국은 소급성에 대한 신뢰성과 국가계량연구소들의 능력을 넓히기 위해 각각의 계량분야에서 비교프로그램을 준비하고 있다. 이것이 세계적인 상호인정협정의 기초를 구성하게 될 것이다.」

결론적으로 측정은 국가경제발전의 필수 요소인 시험, 적합성 평가 및 국제교역의 토대를 구축하는데 필수적이다. 또한 국가측정표준에 대한 상호인정 및 국가계량연구소들의 능력은 국제측정표준 소급성 유지의 필수 조건이다.

2.4 소급성의 설정

끊어지지 않는 고리에 의한 표준과의 비교는 교정기관이 고객에게 제공하는 불확도 수준을 국가표준으로 이끌어지도록 설정하는 것을 의미한다. 개략적

으로 설명하면, 비교의 불확도는 높은 수준에서 낮은 수준의 표준으로 옮겨감에 따라 증가되어진다. 이러한 불확도 고리는 소급성 고리의 일부가 되며, 이에 따라 반드시 문서화되어야 한다. 이러한 것은 소급성이 단순히 국가수준에서 교정된 표준을 가지는 것만을 의미하지 않으며 상응하는 불확도를 가진 측정이 어떻게 국가수준에서 교정기관의 고객까지 전파되어지는가를 고려해야 함을 말한다.

2.5 소급성 설정 시 고려해야 할 사항

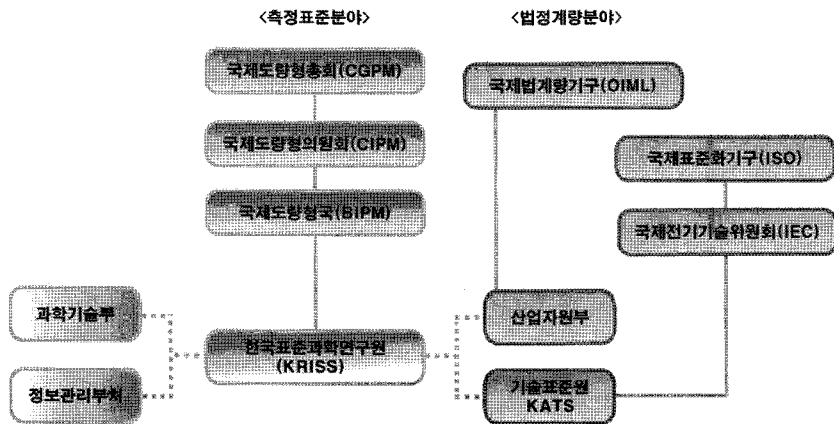
측정프로세스의 보증없이, 어느 누구도 비교의 고리가 교정기관의 고객에게 적절하게 전달되어진다고 합리적으로 확신할 수 없다. 측정프로세스 자체는 반드시 검증되어야 한다. 그러므로, 소급성은 한번의 설정으로 무시할 수 있는 정적인 개념이 아니라 각각의 교정결과가 어떠한 방법으로든 국가표준으로 유효한 전가가 이루어 졌음을 보장하도록 프로세스 관리에 대해 평가가 이루어져야 하는 동적인 개념이다. 이러한 보증활동은 표준 점검 및 관리도표 등과 같은 도구를 사용하여 이루어 질 수도 있다. 이러한 것의 예시로는 상호비교를 위해 하나 이상의

1차 표준을 사용하는 것, 1차 표준의 점검이나 작업 표준으로 검증하는 것, 그리고 특성화된 측정/교정 시스템에 따라 1차 표준을 검증하는 것 등을 들 수 있다. 1차 표준 값이 작업단계에서는 물론 고객에게 까지 올바르게 전가되기 위해서는 과학적으로 건전한 교정절차를 사용하는 것은 소급성을 제공하기 위한 필수조건이다. 틀린 결과를 양산하는 교정절차에 따라 교정이 이루어진 경우, 교정기관이 국가표준으로 올바르게 소급성을 이룰 수 있게 교정을 실시할 방법이 없다. 교정기관에서 표준의 취급은 측정프로세스 및 교준의 값을 고객에게 전가시키는 능력에 큰 영향을 미친다. 취급관리에서 나올 수 있는 문제점들은 먼지나 부적절한 환경에서의 표준 유지, 보호 조치 및 안정성, 그리고 측정프로세스 동안에 표준의 부적절한 취급 등이 있다.

3. 표준소급체계

측정표준분야에 대한 국제기구는 국제도량형국(BIPM)이며, 법정계량분야에 대한 국제기구는 국제법정계량기구(OIML)이다.

표준 소급체계



- * CGPM : Conférence Générale des Poids et Mesures
- * CIPM : Comité International des Poids et Mesures
- * BIPM : Bureau International des Poids et Mesures
- * OIML : International Organization of Legal Metrology
- * ISO : International Organization for Standardization
- * IEC : International Electrotechnical Commission

표준 소급체계를 국제적으로 보면 국내의 체계는 세계적인 체계의 일부분으로 볼 수 있으며, 프랑스 파리교외 세브르에 있는 국제도량형국(BIPM)이 보유하고 있는 원기 또는 각국이 보유하고 있는 1차 표준기의 평균값(예를 들면 전압표준)이 1차 표준으로 고려된다. 각 국은 표준소급체계의 통일을 기하기 위하여 국제도량형총회(CGPM) 주관하에 수시로 각종의 국제비교(Key Comparison : KC), 기본물리상수의 측정결과 조정등의 기능을

수행하고 있으며 국제도량형위원회는 국제표준단위(SI)의 소급성유지와 국가계량표준의 비교, 국제원기의 보존, 국제도량형총회에 제안서제출, 권고, 결정사항 추진 등의 역할을 하고 있다. 우리나라는 1959년 국제도량형국에 가입하였으며 국제적으로 채택된 7개기본단위(길이, 질량, 시간, 온도, 전류, 광도, 물질량)에 대하여 국가표준대표기관인 한국표준과학연구원에서 측정표준을 확립 및 유지보급하고 있다.

4. 인증표준물질에 의한 측정의 소급성

4.1 표준물질의 용어 및 정의

표준물질 RM

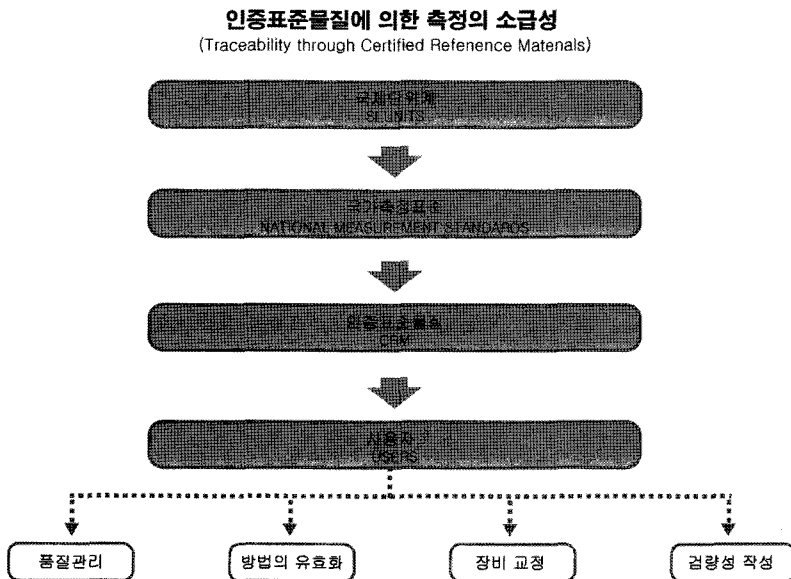
하나 이상의 지정된 양에 대하여 충분히 균질하고 안정하여 측정 시스템의 교정이나 측정 절차의 평가, 또는 같은 종류의 다른물질의 양의 값과 측정 불확도를 설정하는 데에 사용되는 물질.

인증표준물질 CRM

공인된 인증서가 첨부되고 각 지정된 양에 대하여 인증값, 측정 불확도, 명백히 규정된 측정학적 소급성 고리가 포함된 표준 물질.

측정학적 소급성

기술된 측정 불확도의 원인이 되는 일련의 측정 시스템의 교정이나 비교에 의하여 그 결과가 명백히 규정된 측정학적 기준에 관련된 측정 결과의 특성.



4.2 인증표준물질의 역할

인증표준물질은 다음과 같은 두 가지 목적에 주로 사용된다.

첫째는 사용자가 직접 측정기나 측정방법을 교정하는데 사용된다. 인증표준물질을 사용하여 국제적으로 일치된 기준과 비교함으로써 측정결과는 국제적으로 인증된 표준에 소급성을 가질 수 있게 되며, 국제적 동등성을 확보할 수 있게 된다.

둘째는 사용자의 측정방법이 정확한 결과를 산출하는가를 시험하여 측정방법의 유효성을 평가하는데 사용된다. 특히 화학분석 등에서 매질효과에 의한 간섭 등을 측정절차에서 효과적으로 배제하였는가를 검증하는데 유용하며, 이 유효성 검증절차는 시험기관의 품질시스템 확립에 필수적이다.

또는 인증표준물질을 품질관리용 시료로 사용하여 매 시험의 신뢰성을 보장하는 데에 사용할 수도 있다.

< 측정표준을 향한기대 >

지금 세계경제는 자유무역협정등, 경제사회 전반에 걸쳐 Global Standard를 요구하고 있으며 표준기술의 상호인정, 투자협정 등으로 무역의 원활화 및 국제경쟁력이 그 어느때보다 필요한 시기이다.

시계를 보고, 온도를 재고, 자동차의 속도를 재는 일등 아침에 일어나서 잠이 들 때까지 우리의 모든 일상생활 속에는 측정행위가 필수적이며 정확한 측정을 위해서는 모든 사람들이 인정하는 절대적기준이 요구된다.

측정이란 산업사회의 모든 분야에서 어떠한 양의

값을 결정하기 위하여 행하는 일련의 작업을 말하며 측정표준이란 “산업 및 과학기술 분야에서 물상상태의 양에 대하여 그 측정단위 또는 측정량의 값을 정의, 현시, 보존, 재현하기 위한 기준으로 사용되는 물리척도, 측정기기, 표준물질, 측정방법 또는 측정시스템으로 산업활동에 수반되는 수많은 측정의 정밀, 정확도를 국제수준으로 유지시키면서 정보와 데이터의 호환성을 보장하고 기술개발을 촉진함으로써 산업경쟁력을 향상시켜 산업발전을 도모함은 물론 국제교류의 필수요건인 국제적 신뢰도를 향상시키는 중요한 수단으로 작용함과 동시에 공정거래 질서를 확립하는 기초를 제공한다. 우리 모두 계량과 측정의 소급성에 대한 새로운 이해와 함께 그동안 무관심속에 방치되었던 소방시설의 정확한 측정표준을 제시하고 안전사회로 나아가는 초석으로 삼아야 될 것이다. 하루빨리 “Global Standard-차세대 핵심소방안전기술”의 보고서와 함께 환하게 웃는 당신의 모습이 보고 싶다.



<저자>

탁 일 천

동화엔지니어링

gofire@gofire.co.kr