

ISO/TC108/SC3 진동 가속도계 교정의 개정동향

이두희* 황요하**

1. 서론

국제표준화기구 (International Organization for Standardization; ISO) 산하의 진동 및 충격 분야 기술위원회 TC108에는 여섯 개의 분과위원회가 있으며 이중 SC3는 진동 및 충격 측정장비의 사용과 교정에 관련된 국제규격들을 다루고 있다. 이 중에서도 현재 ISO 16063으로 개정작업이 진행되고 있는 ISO 5347은 진동 및 충격분야의 측정표준에 관련된 규격으로 핵심측정표준 국제비교(key comparison; KC)에 있어 측정방법으로서 중요한 기술적 근거가 된다.

1987년 진동 및 충격 퍽업의 교정방법에 관한 기본개념을 기술한 ISO 5347-0:1987(E)가 제정되어 발간되었으며 1990년과 1993년 두 차례에 걸쳐 부분적인 개정이 이루어졌으며 세부적인 교정방법과 환경감도 시험방법들에 관한 부분들이 1993년부터 현재까지 모두 23개가 제정되었다.

1993년 ISO/IEC “측정 불확도 표현지침”^[1]이 발간되어 측정에 관련된 모든 것을 이 지침에 따르도록 권고하고 있다. 교정 불확도의 표현을 새로운 권고 지침에 따라 개정할 필요뿐만 아니라 진동 및 충격 분야의 핵심측정표준 국제비교 (Key Comparison) 시 측정방법과 측정결과의 불확도 표현에 관한 기준이 필요하게 됨으로써 ISO 5347의 개정이 필요하게 되었다.

본 고에서는 진동 및 충격 변환기의 교정방법에 관한 ISO 5347의 개정동향을 간략히 살펴보자 한다.

* 한국표준과학연구원

** 한국과학기술연구원

2. ISO 5347의 구성

진동 및 충격 퍽업의 교정 방법과 절차를 기술한 ISO 5347은 Table 1에서 보는 것과 같이 총 24개 부분으로 구성되어 있으며, 진동 및 충격 분야의 측정표준에 관한 국제규격이다. ISO 5347-0:1987(E)는 USAS S2.2(1959)^[2]를 토대로 작성되었으며, 주 내용은 측정되어야 할 진동퍽업의 특성인자들과 각종 교정방법들을 다루고 있다. ISO 5347-1~23은 Table 1에 나타난 각 부분들의 제목으로부터 그 내용들을 짐작할 수 있듯이 5347-0의 내용을 세부적으로 기술하고 있다.

퍽업의 사용 주파수 범위에 걸쳐 퍽업에 가해지는 진동량 (변위, 속도 또는 가속도)에 대한 퍽업으로부터의 전기적 출력의 비로 정의되는 감도를 비롯하여 위상응답, 온도 의존성, 횡감도, 측정면의 변형을 감도, 자기장 감도, 음압 감도 등 부수적인 응답특성들의 측정이 요구된다.

진동 및 충격 퍽업을 직접 교정하기 위해서는 퍽업에 입력을 가해줄 수 있는 진동 발생기를 사용하는데, 퍽업의 사용 주파수 범위 내에서 진동 발생기의 운동이 퍽업에 그대로 전달되도록 충분한 강성을 갖도록 퍽업을 설치하여야 한다. 경사지지대와 원심력은 0의 주파수에서 교정이 요구될 때 사용하며, 회전 교정은 저주파수 영역에서 사용된다. 일반적으로 정상상태의 정현파 조화운동에서의 교정은 전기역학식 진동 발생기를 사용하며, 순간적인 가진력을 얻을 수

Table 1 ISO 5347: Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups;

Part no.	Title	발간년도
ISO 5347-0	Basic concepts	1987
ISO 5347-1	Primary vibration calibration by laser interferometry	1993
ISO 5347-2	Primary shock calibration by light cutting	1993
ISO 5347-3	Secondary vibration calibration	1993
ISO 5347-4	Secondary shock calibration	1993
ISO 5347-5	Calibration by Earth's gravitation	1993
ISO 5347-6	Primary vibration calibration at low frequency	1993
ISO 5347-7	Primary calibration by centrifuge	1993
ISO 5347-8	Primary calibration by dual centrifuge	1993
ISO 5347-9	Secondary vibration calibration by comparison of phase angle	1993
ISO 5347-10	Primary calibration by high-impact shocks	1993
ISO 5347-11	Testing of transverse vibration sensitivity	1993
ISO 5347-12	Testing of transverse shock sensitivity	1993
ISO 5347-13	Testing of base strain sensitivity	1993
ISO 5347-14	Resonance frequency testing of undamped accelerometers on a steel block	1993
ISO 5347-15	Testing of acoustic sensitivity	1993
ISO 5347-16	Testing of mounting torque sensitivity	1993
ISO 5347-17	Testing of fixed temperature sensitivity	1993
ISO 5347-18	Testing of transient temperature sensitivity	1993
ISO 5347-19	Testing of magnetic field sensitivity	1993
ISO 5347-20	Primary vibration calibration by reciprocity method	1997
ISO 5347-21	Shock calibration using laser Doppler velocimeter	-
ISO 5347-22	Accelerometer resonance testing - General method	1997
ISO 5347-23	Primary shock calibration using laser interferometer	-

있는 충격 진자는 고유 주파수를 찾거나 큰 가속도 및 속도에서의 교정을 하거나, 광업의 성능 검정 등에 사용한다.

ISO 5347에 기술된 여러 교정방법들중에서 레이저 간섭계를 이용한 방법이 절대교정(absolute or primary calibration) 방법으로 권고되며, 표준 및 기준 가속도계는 가능하다면 이 방법에 따라 교정하며 대부분의 다른 교정은 절대교정된 기준 광업과 비교함으로써 해결할 수 있다.

3. 국가측정표준 상호인정협약의 배경과 의의^[3]

세계무역기구(WTO)의 출범과 더불어 국제경제 환경은 무역의 기술적 장벽 제거를 위한 범세계적인 노력을 요구하게 되었고, 여기에는 제품과 용역에 적용되는 표준과 측정의 국제적 신뢰도 확보가 필수적인 선결요건으로 대두되었다. 이를 실현하기 위한 과학기술적 토대가 곧

국가측정표준의 국제적 일치도 (International equivalence)에 대한 인정체계의 확립이다. 이에 따라 국가측정표준 분야의 국제기구인 국제도량형위원회 (CIPM)는 지난 1997년도부터 국가측정표준과 교정 및 측정성적서의 상호 인정에 관한 협약 (Mutual Recognition Arrangement; MRA)^[4]의 초안을 마련하여 지역별로 활동하고 있는 측정과학협력기구 (RMO)들과 관련 국제기구 및 전문가, 그리고 국가표준기관 (NMI)들의 의견 청취와 논의를 거쳐 문안을 거듭 수정, 보완하여 최종문안에 대한 합의에 도달하였다. 1999. 10. 11부터 10. 15까지 5일간에 걸쳐 개최된 제21차 국제도량형총회 (CGPM)에서 미국, 독일, 일본, 영국, 프랑스, 캐나다, 호주, 이태리 등 선진국의 표준기관을 포함 38개 국가표준기관과 국제법정계량기구 (OIML)등 2개 국제기구 대표들이 서명한 본 협약은 2003년까지 유효한 것으로 하며, 이후 적절한 개정을 거쳐 다시 연장하게 될 예정이다.

MRA에 서명한 국가표준기관들은 핵심측정표준 국제비교 (Key Comparisons) 활동에 참여함으로써 각기 보유하고 있는 국가측정표준기술의 수준을 확인하고 그 결과를 분석하여 일정 불확도 범위 내에서 일치 (equivalence)를 확인할 수 있는 정보를 도출하고 이를 database로 구축하게 된다. CIPM의 지휘, 감독에 따라 활동하고 있는 국제도량형국 (BIPM)은 이 database를 internet을 통하여 운영하면서 세계 각국의 국가표준기관들이 보유하고 있는 국가측정표준의 국제적 일치도에 관한 정보를 제공하게 될 것이다. 이에 따라 산업체를 비롯한 관련 표준의 수요자들은 공정하고 투명한 표준 정보를 손쉽게 활용할 수 있을 것으로 전망된다.

측정표준의 국제적 일치의 기술적 근거는 Key Comparisons의 결과를 분석한 데이터가 될 것이며, 이것이 MRA의 가장 핵심적인 부분이 될 것이다. 따라서 CIPM이 주도하여 산하 전문측정 분야별 자문위원회와 지역측정협력기구들이 협

력하여 진행하는 Key Comparisons에 국가표준기관들은 해당 지역협력기구를 통하여 참여하게 된다. 현재까지 확정된 Key Comparisons의 대상은 약 90여 개 분야이며 전문가들의 논의를 거쳐 필요한 분야는 점차 확대될 것이다.

MRA는 외교문서가 아닌 국가표준기관장들이 서명에 참여한 과학기술적 문서이지만 항후 무역 등 관련 분야에서 정부 및 관계 기구들간의 통상 및 외교적 협정 체결에 기술적 기반을 제공하는 핵심적 역할을 담당할 것이다.

4. CCAUV의 발족

음향·초음파·진동 분야는 산업계 등에서 측정 수요가 증가함에 따라 CIPM에서는 영국 NPL의 Wallard 박사를 위원장으로 하는 임시작업반을 구성하고 새로운 자문위원회를 만드는 것에 대한 검토를 요청하였다. 임시작업반은 ISO, IEC 및 NMI들의 의견을 수렴하여 음향·초음파·진동 분야의 자문위원회 (Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration; CCAUV)를 만들 것을 요청하였으며, 1998년 CIPM 87차 회의에서 이를 결의하였다.

CIPM에는 현재 CCAUV를 포함하여 모두 10개의 전문위원회가 설치되어 있으며, 다음과 같다.

- 1) 길이 자문위원회 (CCL)
- 2) 질량 및 관련량 자문위원회(CCM)
- 3) 시간 및 주파수 자문위원회 (CCTF)
- 4) 전기 및 자기 자문위원회 (CCEM)
- 5) 온도측정 자문위원회 (CCT)
- 6) 광도 및 복사도측정 자문위원회 (CCPR)
- 7) 전리 방사선 자문위원회 (CCRI)
- 8) 물질량 자문위원회 (CCQM)
- 9) 음향, 초음파 및 진동 자문위원회 (CCAUVE)
- 10) 단위 자문위원회 (CCU)

Table 2 ISO 16063: Methods for the calibration of vibration and shock transducers;

Part no.	Title	Remarks
ISO 16063-1	Basic concepts	Revision of ISO/5347-0:1987
ISO/FDIS 16063-11	Primary vibration calibration by laser interferometry	Revision of ISO/5347-1:1999
ISO/DIS 16063-12	Primary vibration calibration by the reciprocity method	Revision of ISO/5347-20:1997
ISO/DIS 16063-13	Primary shock calibration using laser interferometry	Revision of ISO/5347-23:
ISO/PWI 16063-14	Primary calibration by high impact shocks	Revision of ISO/5347-10:1993
ISO/CD 16063-21	Secondary vibration calibration	Revision of ISO/5347-3:1993
ISO/WD 16063-22	Secondary shock calibration	Revision of ISO/5347-4:1993
ISO 16063-3	Environmental calibrations	

CCAUV는 1999년 7월 첫번째 회합을 갖고 CCAUV의 첫번째 사업으로서 다음의 5개 KC를 진행시킬 것을 결의하였다.

- CCAUV.A-K1 comparison of sound pressure in air measurements from 63 Hz to 8 kHz;
- CCAUV.A-K2 comparison of sound pressure in air measurements at specific power-line frequencies (20 Hz, 50 Hz, 63 Hz);
- CCAUV.W-K1 comparison of sound pressure in water measured using hydrophones, from 1 kHz to 500 kHz;
- CCAUV.U-K1 comparison of ultrasonic power at various levels;
- CCAUV.U-K2 comparison of ultrasonic pressure measured using membrane hydrophones from 1 MHz to 15 MHz;
- CCAUV.V-K1 comparison of piezoelectric accelerometers from 40 Hz to 5 kHz.

CCAUV.VK-1은 2000년 1월에 시작되었으며, 독일의 PTB를 pilot Lab.으로 하여 한국의 KRISS, 미국의 NIST, 일본의 NRLM 등 12개국

5. ISO 16063의 개정 동향

1993년 ISO/IEC는 "측정 불확도 표현지침"을 발간하고 모든 측정 결과들을 이 지침에 따라 그 측정 불확도를 표현하도록 권고하고, 상호인정협약 (MRA)이 추진됨에 따라 진동 및 충격 분야의 측정표준을 다루는 ISO 5347의 개정이 필요하게 되었다.

Table 2는 현재 ISO/TC108/SC3/WG6에서 이루어지고 있는 ISO 16063 (ISO 5347)의 개정현황을 보여준다. 기존의 ISO 5347은 개정과 더불어 새로운 번호 ISO 16063으로 바뀌며 그 분류도 Table 2에서 보는 것처럼 기본개념은 1, 1차 교정 방법은 11~14, 2차 교정 방법은 21~22로 그리고 환경감도는 3으로 시작하도록 체계가 이루어지고 있다.

새로운 체계로 개정되고 있는 ISO 16063은 "측정 불확도 표현지침"에 따라 교정 불확도 표

현부분을 대폭 보강하였다. 상호인정협약(MRA)에 따라 12개국 표준기관들이 참여하여 추진되고 있는 진동분야 핵심측정표준 국제비교 CCAUV.VK-1^[5] (2000. 1 ~ 2001. 6)은 진동 가속도계의 감도교정 방법으로 ISO/DIS 16063-11: 1999 (ISO 5347-1:1993(E)의 개정)을 따르도록 권고하고 있다. CCAUV.VK-1이 종료되고 측정 결과들의 분석이 완료되면 그 결과를 반영하여 일부 개정이 이루어 질 수도 있다.

참고문헌

1. ISO/IEC, Guide to the expression of uncertainty in measurement, 1993.
2. USAS S2.2-1959(R 1971) Methods for the calibration of shock and vibration pickups.
3. 제21차 국제도량형총회보고서, 한국표준과학연구원, 1999.
4. Mutual Recognition of National Measurement Standards and of Calibration and Measurement Certificates Issued by National Metrology Institutes, CIPM, 1999.
5. Technical protocol of the Key Comparison CCAUV.VK-1 (Vibration), 1999.

6. 맷음말

진동 및 충격 분야의 측정표준을 다루는 ISO 5347의 개정 배경으로 상호인정협약(MRA)과 CIPM의 CCAUV를 소개하고 ISO 16063의 개정 현황을 간략히 살펴보았다.

MRA에 따라 BIPM의 주도하에 핵심측정표준 국제비교(KC)가 진행되고 있는데 MRA에 서명한 국가표준기관들은 BIPM 또는 RMO가 주관하는 KC에 참여할 의무가 있다. CCAUV의 감독하에 추진되는 진동분야의 KC에 참여하는 국가표준기관들은 KC를 통하여 각기 보유하고 있는 국가측정표준기술의 수준을 확인하고 그 결과를 분석하여 일정 불확도 범위 내에서 일치를 확인할 수 있는 정보를 도출하게 된다.

ISO 및 IEC의 해당 전문위원회와 위원을 공유하고 있는 CIPM의 CCAUV는 2003년까지 수행되는 KC의 결과를 분석하고 ISO 16063의 개정여부를 결정할 것이다. 1999년 10월 CIPM에서 38개국 대표와 2개 국제기구 대표가 서명한 MRA는 2003년까지 유효하며, 이후 적절한 개정을 거쳐 다시 연장하게 될 예정이다.