

ISO TC108 / SC3 분야의 표준안 체계와 최근동향 조사

○정완섭*, 이용봉*

*한국표준과학연구원, 기반표준부/유동음향센터

Standards of ISO TC 108 / SC3: Recent Activities and Future Challenges

○Wan-Sup Cheung*, Yong-Bong Lee*

ABSTRACT

The subcommittee 3 (SC3) of Technical Committee 108 (TC 108) covers the calibration of mechanical vibration and shock measuring pickups and instruments. This paper introduces what KS codes are linked to the ISO standards developed by TC108 / SC3. It is shown that the KS codes do not fulfill the full set of ISO codes approved in the field of TC 108/SC3. Series of ISO standards established by the Working Group 6 (WG6) of SC3 are introduced. Main objectives of those WG 6 efforts are shown to replace the old versions of ISO 5347 series into new ISO 16063 series. Their features are briefly summarized in this paper. Finally, challenging technical issues underlying behind ISO TC108 / SC3 are addressed, such as MEMS typed linear and angular vibration pickups.

1. 서론

ISO108 / SC3는 진동 및 충격 측정용 센서 및 계측기기들의 교정에 대한 국제표준 규격들의 재개정 업무를 담당하고 있다. 진동 측정용 센서는 크게 선형 진동 (linear vibration)과 회전 진동(angular vibration) 측정용 센서로 구분하고 있다. 선형 진동 측정용 센서의 대표적인 제품이 “가속도계 (accelerometer)”이며, 지난 20여 년 동안 ISO TC108 / SC3 분야에서 많은 기술적 진보가 있었다. 그러나 회전 진동의 측정 및 교정분야는 아직 국내외적으로 표준의 보급체계를 비롯한 교정기술 또한 안정화가 되지 못하고 있는 실정이다¹⁻⁷. 회전 진동 교정 분야의 기술적 장애 요소로는 교정에 필수적인 회전진동 발생장치와 전달 표준기의 상용화된 제품이 없기 때문이다.

국내 표준규격으로 공시된 규격 중 ISO TC108 / SC3 분야의 국제표준 규격과 보급체계를 갖는 규격들을 2절에서 비교한 분석한다. 이러한 비교는 우리 표준규격의 현주소뿐만 아니라 향후 우리 표준 규격의 재개정에 필요한 부분들이 무엇인가를 보여준다. 최근까지 진동측정용 센서들의 교정에 관련된

ISO 규격들을 3 장에서 소개한다. 이들 규격들은 국내 공인 측정 및 시험 기관들이 반드시 확립해야 하는 최소한의 품질 시스템 요구조건들을 포함하고 있기 때문에 이들 표준규격의 KS화 작업은 매우 중요하다. 마지막으로 국내외 IT 시장에서 폭발적으로 수요가 증가되고 있는 MEMS형 선형 및 회전 진동센서 들의 제품화 및 이들 센서의 성능검사 및 교정에 대한 기술적 문제점들을 소개한다.

2. SC3 분야의 KS표준 체계

다음 페이지 Table 1에서 보인 바와 같이 2006년과 2008년 2회에 걸쳐 진동센서의 교정에 관련된 KS 규격이 공포되었다. 1993년과 1997년에 걸쳐 표준화가 완료된 ISO 5347 계열의 21개 표준안이 우리 표준규격으로 2006년 채택 공고되었다. 그러나 ISO 16063: part 1이 1998년 제정되었던 시기에 이미 많은 진동 측정 센서의 교정에 종사하는 전문가들은 ISO 5347 계열의 표준안들에 대한 기술적 문제점과 사용상의 한계로 새로운 국제표준안을 개정하고자 Working Group 6을 만들었다. 다음절에서

소개하는 바와 같이 현재 ISO 5347 계열의 표준안은 현재 폐기되고 있으며 향후 모두 신 규격으로 대체될 예정이다. 따라서 ISO 5347 관련 KS규격은 조속한 규격 대체가 절실한 실정이다.

Table 1. Listings of KS codes related to the calibration of vibration and shock pickups.

KS Codes	ISO Code	Comments
KSB0713: Part 1 ~ 19	ISO 5347: Part 1~ 19: 1993	2006년 공고
KSB0713: Part 20, 22: 2001	ISO 5347: Part 20,22: 1997	2006년 공고
KSBISO 16063: Part 1, 11, 13, 22	ISO 16063: Part 1(1998), 11(1999), 13(2001), 22(2005)	2008년 공고
KSBISO 8042:	ISO 8042: 1988	2008년 공고
KSBISO 10817: 1	ISO 10817: Part 1: 1998	2006년 공고
KSB07143	ISO 5348: 1998	2006년 공고

부분적이거나 ISO 16063 계열의 표준규격이 국내 표준규격으로 공고되어 사용되고 있다는 점이 그나마 다행이다. 왜냐하면 국내 공인 시험 및 교정 기관은 최근 ISO 16063에 따른 품질시스템의 운용이 반드시 필요하기 때문이다.

ISO 5347외에 진동 측정장비에 대한 국제규격인 ISO 8042, 회전 축 진동의 측정에 대한 ISO 10817: Part 1, 가속도계 체결에 대한 ISO 5348이 우리 표준규격으로 사용되고 있는 실정이다.

3. ISO 16063 계열의 표준안

앞서 언급한 바와 같이 ISO 5347 계열의 국제표준 규격은 ISO 16063 계열의 표준안으로 점진적으로 대체되고 있는 실정이다. SC3의 WG6가 이들 표준규격의 제개정에 필요한 기술적 검토를

하고 있다. 다음은 현재까지 승인된 규격 규격들의 내용을 나타내고 있다.

- ISO 16063: Part 1 (1998, Ed. 1), Basic concepts
- ISO 16063: Part 11 (1999, Ed. 1), Primary vibration calibration by laser interferometry
- ISO 16063: Part 12 (2002, Ed. 1), Primary vibration calibration by the reciprocity method
- ISO 16063: Part 13 (2001, Ed. 1), Primary shock calibration using laser interferometry
- ISO 16063: Part 15 (2006, Ed. 1), Primary angular vibration calibration by laser interferometry
- ISO 16063: Part 21 (2003, Ed. 1), Vibration calibration by comparison to a reference transducer
- ISO 16063: Part 22 (2005, Ed. 1), Shock calibration by comparison to a reference transducer
- ISO 16063: Part 31 (2009, Ed. 1), Testing of transverse vibration sensitivity
- ISO 16063: Part 41 (2010, Ed. 1), Calibration of laser vibrometers

위에서 소개한 진동센서 교정에 대한 9종의 국제표준안 중 국내 표준규격으로 공포되어 사용 중인 규격은 Part 1, 11, 13, 그리고 22의 4종에 한정되어 있다. 따라서 나머지 5종 즉 Part 12, 15, 21, 31, 41의 국내 표준규격화 작업이 조속한 시일 내에 착수될 필요가 절실한 실정이다.

그리고 현재 표준규격의 개발 과정에 있는 표준안들은 다음과 같다.

- ISO 16063: Part 23, Angular vibration calibration by comparison to a reference transducer
- ISO 16063: Part 32, Resonance testing
- ISO 16063: Part 42, Calibration of seismometers

4. SC3 분야의 향후 기술적 과제

아래 Fig. 1은 2010년 (주) VAU사가 조사한 MEMS 기반의 선형 및 회전 진동 센서의 세계 시장 동향에 대한 조사 결과를 보이고 있다.

	Legacy Mechanical Transducers	MEMS-Typed Sensors	
		Automotives	Smart IT Products
Market			
Applications	General Vibration Measurement & Calibration	Electrical Stability Control (ESC)	Hand-and-Fingers Motion Interface
Cost	1k US\$ or more / ea	10 US\$ or more / ea	2 US\$ or more / ea
Production Volume	100 thousands / year or more	10 millions / year or more	100 millions / year or more
Frequency Range	1 Hz ~ 1 kHz (wide band)	1 ~ 400 Hz (Mid band)	1 ~ 100 Hz (Narrow band)
Trend	Steady State	Rapidly Expanding	Explosively Expanding

Fig. 1 World market of MEMS based linear and angular transducers ((주) VAU의 시장조사 자료 인용)

1980년 중반기 이후 수십 μm 선폭의 반도체 제조 공법이 산업계에 정착이 된 이후 많은 대학과 전문 연구기관에서 MEMS 기반의 센서 개발에 착수하였다. 그러나 진동 측정분야에서 사용되기 시작한 시기는 2000년 후반 이후였다. 특히 smart phone 관련 IT 제품 군에서 선형 3 축과 회전 3 축을 통합한 진동 센서의 제품화 채택은 MEMS 센서의 생산량이 2010년에 1억 6,000만 개정도로 폭발적으로 증가되었다. 그리고 2010년 7월 이후 미국 판매 승용차에 대하여 ESC(electric stability control) 제품의 장착을 법제화함으로써 2010년 약 2,500만개의 선형 3축 및 회전 진동 센서가 자동차 자세 제어 장치에 사용되었다. 미국뿐 아니라 유럽 또한 자동차 안전을 위하여 ESC 장착을 2014년까지 모든 신규 육상 차량에 대하여 장착 의무화가 시행될 예정이다.

Smart phone 및 자동차 관련 제품에 선형 및 회전 진동센서들의 사용은 당분간 폭발적으로 증가될 전망이다. 이러한 시장팽창에서 가장 우선적으로 직면한 과제가 이들 MEMS 기반의 진동 센서들의 성능검사, 내구성 및 신뢰성

확보를 위한 종합적인 측정 및 시험 방법들의 개발이 가장 필수적인 과제로 직면하고 있다. 현재 이들 MEMS기반의 선형 및 회전 진동센서들의 성능검사를 수행할 표준화된 규격조차 없는 실정이다. 2010년 IEC에서 주관하여 FDIS 수준까지 개발된 초안(IEC 60747-14-4/FDIS, Semiconductor Devices - Discrete Devices - Part 14-2 Semiconductor Accelerometers)이 ISO TC108 /SC3 분과로 넘어와 심의한 결과 P-member들이 부결을 한 상태이다. 부결의 근본 이유는 MEMS 기반의 진동 선형 및 회전 센서들을 생산할 수 있는 나라들의 자국 이익 보호가 첫째 이유였으며, 두 번째 이유는 아직도 표준화된 성능 시험의 방법과 절차가 마련되어 있지 않다는 기술적 장벽이 두 번째 이유였다.

기술적 한계점으로 병진 3축 센서 (3-axis accelerometer)의 cross-axis sensitivity를 측정하는 방법 즉 병진 한축에 미치는 타 병진 2축 및 회전 3축 진동의 영향을 정량화 할 수 있는 기술이 아직 개발되어 있지 않다는 한계가 있다. 게다가 회전 진동 시험에 필수적인 회전 가진기 또한 제품화 되어 있지 않은 실정이다. 게다가 회전 진동과 선형 진동의 coupling을 분리할 수 있는 효과적 모델 또한 아직 체계화되지 않은 실정이다.

Table 2. Commercialised MEMS-based vibration transducers.

Type	Axis	Sensor Outputs	Freq. Range	Mag. Range
Linear Accero-meter	1, 2, 3	Analog: 2~5V	DC ~ 10 kHz	1 g ~ 250 g
		Digital: I2C, PI	DC~ 200 Hz	1 g ~ 20 g
Angular sensor (Gyro-cope)	1, 2, 3	Analog: 2~5V	DC ~ 1 kHz	50 %/s ~ 3k %/s
		Digital: I2C, PI	DC~ 200 Hz	20 %/s ~ 1k %/s

위 Table 2는 현재 상용화되어 판매되고 있는 MEMS형 선형 가속도계와 회전 각속도 센서들의 주요 특징을 개략적으로 요약한 결과이다. MEMS형 센서의 일반적

인 특징으로 단축, 2축 그리고 3축의 모델들이 다양하게 개발되어 사용자가 선정할 수 있게 되어 있다는 점이다. 그리고 개별 센서의 출력 신호는 analog 출력뿐 아니라 digital 출력 또한 제공한다. 디지털 출력은 주로 I2C 혹은 SPI 규격을 만족하는 serial 통신 프로토콜을 만족한다.

선형 진동 센서들은 하나같이 servo형 가속도계의 측정원리를 MEMS 구조로 구현한 제품들이며 측정 주파수는 DC ~ 10 kHz 범위로 다양한 제품을 선정할 수 있다. 그리고 선형 가속도는 1 g ~ 250 g 범위를 측정할 수 있는 모델이 제품화 되어 있다. 물론 digital 출력 모델은 통신 속도의 한계로 최대 주파수 범위가 1 kHz 이하로 한정된다.

회전 진동 센서들은 Coriolis의 힘의 발생 원리를 MEMS 구조로 구현한 제품들이 대부분이며 측정 주파수는 DC ~ 1 kHz 범위로 다양한 제품을 선정할 수 있다. 그리고 회전 각속도 측정 범위는 50 °/s ~ 3,000 °/s를 측정할 수 있는 모델이 제품화 되어 있다. 물론 digital 출력 모델은 통신 속도의 한계로 최대 주파수 범위가 수백 Hz 이하로 한정된다.

5. 맺음말

기계적 진동을 측정하는 센서들의 교정에 관련되어 현재 고시되어 사용중인 KS 규격은 ISO 5347 계열의 표준안에 주로 한정되어 있으며, 사실 이들 규격은 국제적으로 폐기되고 있는 규격이라는 점이다. 이들 구형 규격들은 현재 ISO 16063 계열의 표준안으로 대체되고 있으며 특히 ISO 16063: part 1, 11, 13, 15, 21, 22, 31, 41 규격들의 국내 표준 규격화 작업이 매우 절실한 실정이다. 특히, 이들 신규 규격들의 개정은 국내 공인 측정 및 시험 시험기관의 품질 시스템에 반드시 필요한 규격들이라는 점을 강조한다. 보다 구체적으로 언급하면, ISO 16063 계열의 국제표준 규격 중 Part 1, 11, 13, 22는 KS 규격으로 한글화 작업이 되어 있지만, Part 12, 15, 21, 31, 41로 구성된 5 종의 표준안은 아직 KS 규격으로 공고되어 있지 않다.

최근 국내외적으로 MEMS 기반의 진동 센서들의 제품화에 따른 폭발적인 수요 증가가 던지는 우리의 문제점을 제 4절에서 소개하였다, Smart phone 및 관련 IT 제품 군에 2010년 약 1억 6,000개의 선형/회전 진동센서들이 제품화에 실장되었으며 이러한 추세는 smart phone과 관련 IT 제품 군의 수요 팽창과 같은 추세로 증가될 전망이다. 그리고 2010년부터 미국의 승용차에 적용된 자세제어 (ESC, electric stability control)용으로 선형 및 회전진동 센서의 장착 법제화는 또 다른 선형 및 회전진동 센서의 수요 폭발을 선도하는 요인이다. 2010년 자동차 관련 분야에 조립된 MEMS형 선형 및 회전 진동센서는 약 2,500만 개로 추정된다. 미국을 포함한 유럽지역에서는 2014년까지 ESC 장착 의무를 법적으로 규제할 계획이다. 이는 선형 및 회전 진동 센서의 수요를 보이는 제 2 인자이다.

MEMS형 선형 및 회전 진동 센서의 폭발적 수요에 어떠한 문제점이 있는가 국내 산업계에도 매우 중요한 문제이다. 이들과 축 진동센서의 성능평가, 감도교정, 내구성 시험, 그리고 신뢰성 확보를 체계적으로 수행하고 있는 가라는 점이다. 사실 선형과 회전 진동이 복합적으로 구성된 시험은 아직 국제적으로 표준화된 시험방법이 체계화 되어 있지 않다는 점을 명심해야 된다는 점이다. 특히 회전 진동을 발생하는 회전 가진기의 제품화가 이들 기술 장벽의 중요한 요소이다. 따라서 회전 진동 측정에 대한 표준 시험규격 또한 개발이 시급한 실정이다.

References

- [1] Wan-Sup Cheung and Cheol-Ung Chung, "Angle prism-based laser interferometer for high precision measurement of angular vibration," *TC22, IMEKO XVIII World Congress*, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- [2] Wan-Sup Cheung, "Ways of manufacturing the multi-layered PCD based rotating coils for angular vibration exciters," *Korea Patent 10-0780915*, 2007
- [3] Wan-Sup Cheung, Se-Won Yoon, Jong-Yun Lim, "Angular vibration Exciter," Submitted to *Korean Patent in 2009 and PCT in 2010*.