

# SC4/수완계 진동 측정 관련 규격 제정동향

## SC4/Trends in Standards and Regulations on Hand-arm Vibration

장 한 기\*  
Han-Kee Jang

**Key Words** : Hand-arm vibration(수완계진동), White finger(백수증), Action plan(시행령)

### ABSTRACT

Effect of hand-transmitted vibration on human discomfort and health was reviewed. Since the effect by hand tool was more serious than those by any other vibration environments, western countries have protected hand tool workers by regulations. International organization for standardization legislate standard, ISO 5349, at 1979 for the measurement and evaluation of the effect. Afterwards, more than twenty standards on hand-arm vibration were enacted to protect any damage of hand tool users. Even though Korea Standards adopted ISO 5349 in 2001, it is required an action plan should be applied to all of work environments, especially to the workers using pneumatic tool workwers such as miners, construction workers, and etc.

### 1. 서론

인체 가장 심각한 해를 주는 진동 환경은 착압기나 임팩트 렌치 등의 동력동구를 사용하는 경우 수완계(Hand-arm)에 전달되는 진동이나 충격을 들 수 있다. 대부분의 진동은 진동이 가해지는 시간동안 불편함을 주거나 제한된 시간 동안 그 영향이 잔류하는 정도이지만, 수완계 진동의 경우 장시간 피폭시 혈액순환계, 신경계, 근 골격계 등에 영구적인 장애를 유발한다<sup>(1,2)</sup>. 이 중에서 가장 흔한 것이 혈액순환계 장애와 관련된 Raynaud's syndrome 또는 진동에 의한 백수증(Vibration induced white finger, 그림 1 참조)을 들 수 있겠다. 세계 각국에서는 오래 전부터 이와 같은 질병의 발생으로부터 작업자들을 보호하기 위한 법규를 제정하여 시행하고 있으며 상당부분이 ISO 규격으로 일반화되어 왔다.

본 고에서는 수완계 진동과 관련된 ISO 규격의 유형과 내용을 정리하고, 아울러 현재의 관련 규격의 제정 및 개정 동향을 설명함으로써 국내에서 관심이 매우 미비한 작업환경에 대해 고찰해 보는 계기로 삼고자 한다.

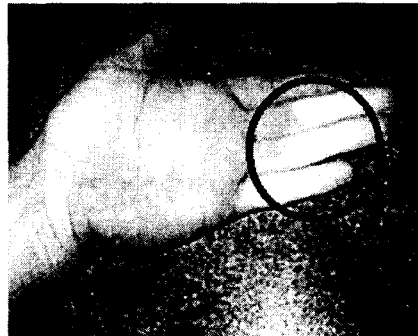


그림1 진동에 의한 백수증

### 2. 규격제정 현황

수완계 진동에 의한 후유증은 장시간 경과시 치료에 의한 원상회복이 어렵기 때문에, 각국에서는 오래 전부터 이미 법규로 작업조건을 규제하고 문제의 소지가 있는 작업 조건에 대해 재조정하도록 요구하고 있다. 표2는 세계 각국에서 수완계 진동 후유증에 대한 법규가 제정된 연도를 나타내고 있다<sup>(1)</sup>.

구 소련에서 가장 먼저 법규가 제정된 이유는 두 가지를 들 수 있는데, 노동자의 권익에 대한 관심이 높은 것과 기온이 낮은 기후에 기인한 것이다. 수완

\* 고등기술연구원 소음진동기술센터  
E-mail : hkjang@iae.re.kr  
Tel : (031) 330-7435, Fax : (031) 330-7116

계 진동의 후유증은 손의 온도가 떨어질 때 그 증상이 심각하게 나타나므로 추운지방이나 바람이 많이 부는 바닷가에 위치한 조선소 등에서 문제가 될 소지가 많았기 때문이다. 영국에서는 시행규칙을 제정하여 작업조건을 조정하도록 하는데, 하루 8시간 작업하는 경우 피폭진동량을 2.8 m/s<sup>2</sup>로, 4시간 작업하는 경우는 4 m/s<sup>2</sup>로 각각 제한하고 있다.

### 3. ISO 규격 제정 동향

ISO에서는 1979년에 수완계 진동 측정방법과 평가에 대한 규격이 등장하였으며(ISO 5349), 이외에도 관련된 많은 유형의 규격들이 지속적으로 제, 개정 및 세분화되고 있는 상황인데 현재 제정되어 있는 규격들을 표3에 정리하였다<sup>(4)</sup>. 수완계 진동과 관련된 규격이 이와 같이 세분화되고 다양하게 제정된 이유는 동력공구에서 발생하는 진동이 인체에 주는 영향이 그만큼 심각하다는 것을 반증하는 것이라 하겠다. 특히, ISO 8662는 14 개의 규격으로 구성되어 있는데, 작업자에게 해를 끼치는 공구를 종류별로 분류하여 진동의 측정 방법을 제시하고 있다.

표 2 국가별 법규제정 년도

국가 및 기관	법규제정 년도
U.S.S.R.	1955
Japan	1957
Sweden	1968
U.K.	1975
ISO	1979

#### 3.1 ISO 5349-1,2:2001

수완계 진동의 측정 및 평가의 기준이 되는 ISO 5349는 1979에 제정되었는데, 개정 과정을 거쳐 2001년에 두 개의 규격으로 확장되었다<sup>(5)</sup>.

표3 수완계 진동관련 ISO 규격리스트

규격번호:제정년도	규격명
ISO 5349-1,2:2001	Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace
ISO 6544:1981	Hand-held pneumatic assembly tools for installing threaded fasteners - Reaction torque and torque impulse measurements
ISO 7505:1986	Forestry machinery - Chain saws - Measurement of hand-transmitted vibration
ISO 7916:1989	Forestry machinery - Portable brush-saws - Measurement of hand-transmitted vibration
ISO 8662-1~14:1988	Hand-held portable power tools - Measurement of vibrations at the handle - Part 1: General Part 2: Chipping hammers and riveting hammers Part 3: Rock drills and rotary hammers Part 4: Grinders Part 5: Pavement breakers and hammers for construction work Part 6: Impact drills Part 7: Wrenches, screwdrivers and nut runners with impact, impulse or ratchet action Part 8: Polishers and rotary, orbital and random orbital sanders Part 9: Rammers Part 10: Nibblers and shears Part 11: Fastener driving tools Part 12: Saws and files with reciprocating action and saws with oscillating or rotating action Part 13: Die grinders Part 14: Stone-working tools and needle scalars
ISO 10068:1998	Mechanical vibration and shock - Free, mechanical impedance of the human hand-arm system at the driving point
ISO 10819:1996	Mechanical vibration and shock - Hand-arm vibration - Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand
ISO 13753:1998	Mechanical vibration and shock - Hand-arm vibration - Method for measuring the vibration transmissibility of resilient materials when loaded by the hand-arm system

새로이 제정된 규격의 특징은 체감 진동량을 보다 정확히 산출하기 위한 주파수 가중치가 새로이 정의되었고, 진동 피폭자에 전달되는 진동량을 보다 정확히 산출하기 위한 구체적인 방안 제시되었다는 점을 들 수 있다. 또, 기존의 규격에서는 1축에 대한 진동을 측정하였으나, 3축으로 동시 측정하는 것으로 개정되었다. 손으로 전달되는 진동을 가장 정확히 측정하는 방법은 손과 핸들 사이에 얇은 두께를 갖는 어댑터를 만들어서 측정하는 것이다. 1축 측정은 비교적 용이하게 그 목적을 달성할 수 있으나 3축 측정을 위해서는 새로운 측정계가 요구된다.

ISO 5349-1에는 8시간 작업하는 조건을 기준으로 하여 수완계 진동 후유증의 발생확률에 대해 그림2와 같이 제시하고 있다. 예를 들어, 하루 8시간 근무하는 작업자들이  $10 \text{ m/s}^2$ 의 가속도에 피폭될 경우 3년 후에는 작업자의 10 %에게서 수완계 진동후유증이 발생함을 의미한다. ISO 5349-1의 예시에 따르면  $30 \text{ m/s}^2$ 의 공구 진동에 25년간 피폭된 작업자도 있다고 한다.

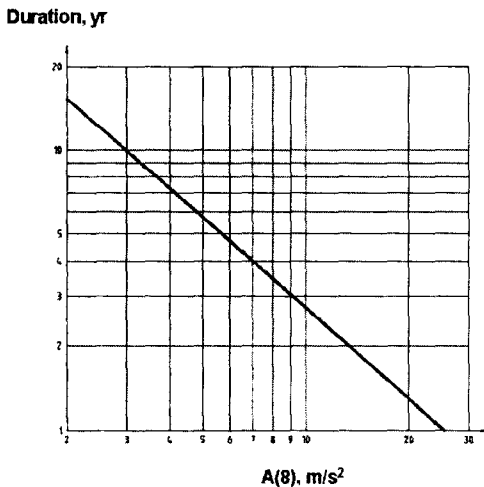


그림 2 일간 피폭량과 후유증 발생의 상관관계 (10% 발생기준치)

### 3.2 ISO 10068

표2에 정리한 수완계 진동 관련 규격중에서 ISO 10068은 공구를 쥐고 있는 상태에서 손으로 전달되는 힘과 가속도를 측정함으로써, 공구와 손의 접촉지점에서의 임피던스를 산출하는 방법을 명시하고 있다. 이 규격은 실제로 공구에서 측정하고자 하는 의도보다는 진동이나 충격이 수완계에 미치는 영향을 정량적으로 연구하고 또, 모델링을 수립할 수 있도록 하

는 목적을 갖고 있다고 보는 것이 타당하다. 이 규격에서는 신체조건별로 수완계의 임피던스 데이터를 제공함으로써 충격과 진동이 인체에 물리적으로 어떤 영향을 미치는지를 연구할 수 있도록 그 기반을 제공하고 있다.

### 3.3 ISO 10819 및 13753

ISO 10819와 13753은 동력공구를 사용할 때 손을 보호하기 위한 방진 장갑의 성능을 평가하기 위해 필요한 규격들이다. 전자의 경우, 장갑을 착용하고 있는 상황에서 장갑 안 밖에서의 진동을 측정함으로써 장갑 자체의 진동 전달률을 측정하는 방법을 기술하고 있다. ISO 13753에는 공구에 가해지는 힘(feed force, push/pull force)을 측정하기 위한 가이드라인이 제시되어 있는데, 이는 수완계 진동에 의한 영향-혈액순환 및 기타 장애-이 정적인 힘에 의해 큰 영향을 받기 때문이다. 그러나 현실적으로 작업 상황에서 핸들에 작용하는 힘을 직접 측정하는데 문제가 많아서 새로운 측정 장치의 개발이 필요한 상황이다.

### 3.4 기타 규격들

위에서 언급한 기본 규격들 이외의 나머지 규격들은 특정 공구에서의 진동을 측정하는 방법들이 기술되어 있다. 따라서 특정 공구를 사용하는 경우에 대해 진동을 측정하고 평가하려면 해당공구와 관련된 규격을 참조할 필요가 있다.

## 4. 현재 제, 개정이 진행 중인 ISO 규격

최근에 들어서 ISO TC108/SC4에서는 인체진동의 측정과 평가에 관련된 규격의 제정과 개정작업이 매우 활발하게 진행되고 있다. 이 중에서, 제품과 관련된 규격의 제정은 대부분이 prEN이란 규정으로 동시에 채택되고 있다. prEN은 CEN(유럽규격제정위원회)에서 추진하는 규격인데, 유럽내에서 판매하는 상용 제품(commercial product)이 충족시켜야 하는 일종의 regulation이라고 할 수 있다. 다시 말해서, 우리나라 기업이 유럽에 동력 공구를 수출하기 위해서는 ISO 5349-1,2와 같은 규격에 따라 측정을 해서 체감 진동량으로 환산하여 명시해야 한다는 것이다. 궁극적으로 해당 공구가 일일 피폭기준을 충족시키도록 제품을 개발해야 한다는 것이다.

표 4에는 현재 ISO/SC4에서 수완계 진동의 측정 및 평가와 관련하여 제정 또는 개정 작업을 진행 중인 규격의 리스트를 정리하였다. 현재 7건의 규격에 대한 작업이 진행 중이며, 진행 정도에 따라 WD(Working draft), CD(Committee draft), DIS(Draft international standard), FDIS(Final

draft international standard)로 분류되어 있다.

표 4 현재 제, 개정 작업이 진행 중인 수완계 진동 측정 평가 관련 규격들

규격번호	규격명
ISO/FDIS 13091-1	Mechanical Vibration-Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction - Part 1: Method of measurement at the fingertips
ISO/DIS 13091-2	Mechanical Vibration-Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction - Part 2: Analysis and interpretation of measurements at the fingertips
ISO/CD 14385-1	Mechanical vibration and shock - Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function - Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature
ISO/CD 14385-1	Mechanical vibration and shock - Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function - Part 2: Reporting and interpreting of measurements at fingertips
ISO/WD 15230	Definition and guidance for the measurement of the coupling forces for operators exposed to hand-arm-vibration
ISO/CD 15694	Mechanical vibration and shock - Measurement and evaluation of isolated shocks transmitted to hand-held and hand-guided machines to the hand-arm system
ISO/CD 22867	Portable and han-held forestry machines - Measurements of vibration at the handle

이들 규격은 수완계 진동 증후군의 증상을 평가하기 위한 규격(ISO 13091-1,2 및 ISO 14385-1,2)이 있고, 손에 작용하는 힘을 정확히 측정하기 위한 규격(ISO 15230), 단일 충격이 손에 가해질 때 이를 평가하기 위한 규격(ISO 15694), 그리고 마지막으로 Portable용 잔디깎기등에서 발생하는 진동을 측정하기 위한 규격(ISO 22867)이다. 이들 규격에서는 각각 기존 규격들의 문제점을 해소하고 보다 구체적인 사안들을 정의하고 기술하고 있다. 관련 분야의 연구의 진행에 따라 새로운 내용들을 규격에 반영하고 있는데, 이는 다른 분야의 규격들에 비해 반응이 매우 빠르다고 할 수 있다. 즉각적인 대응이 행해지고 있는 이유는 역시 수완계 진동 증후군이 작업자에게 미치는 영향이 지대하기 때문이라고 하겠다.

## 5. 결론

국가간 규격 상호인증제도의 본격적인 도입에 따라 관련 규격은, 제대로 흡수하여 대응하지 못할 경우, 서구 시장에 대한 하나의 무력 장벽으로 작용할 가능성이 점점 커진다. 특히, 공구 시장은 국내에서

뿐만 아니라 해외 시장에서의 매출도 빠르게 성장하고 있기 때문에 국내의 공구 제조업체들로서는 관련 규격들의 동향과 정보를 지속적으로 수집하여 대응할 필요가 있으며, 더 나아가서, 규격제정 과정에 영향력을 행사하여 업계의 이익을 주장할 필요가 있다.

## 후기

본 논문은 국가지정연구실 사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

- (1) P. L. Pelrnear, D. E. Wasserman, Hand-arm Vibration for Occupational Health Professionals, 2nd ed., OEM Press, 1998.
- (2) M. J. Griffin, Handbook of Human Vibration, Academic Press, 1990.
- (3) NIOSH, Vibration Syndrome, (출처: [http://www.cdc.gov/niosh/83110\\_38.html](http://www.cdc.gov/niosh/83110_38.html))
- (4) <http://www.iso.ch/iso/> 검색결과