

국제표준에 대비한 국내 비자동저울의 품질평가에 관한 연구

남궁재관*, 공재향⁺

(논문접수일 2004. 10. 20, 심사완료일 2004. 11. 29.)

Quality Assessment of Domestic Non-automatic Weighing Instruments for International Standards

Chai-Kwan Namkoong*, Jae Hyang Kong⁺

Abstract

As the result of reduction of the barrier of national economy on matters of quality assurance of weighing instruments in recently, it is considering in domestic as well as international matters. Therefore, this study is to analysis and compare with international and national measuring standards on the electric self-indicating scale, to improve the quality of electronic machine by providing a reformation plan on currently problems of domestic manufactured, and to identify to introduce in domestic criteria from international standards. I had compared KS C 1313 to OIML R 76-1 as the performance assessment items, such as metrology properties test, static temperature test, temperature effect testing under the un-load, electronic wave disturbance test, high-temperature and high-humidity stability test and durability test. Therefore, only one company is passed all items of the test according to the international (reference) standards, but it is possible to improve the quality in general if it should be use the load cell and electric components which is stability of temperature change in order to supplementation to the static temperature test and temperature effect testing under the un-load. It is also possible to apply in the domestic with the OIML 76-1 after correcting the design.

Key Words : non-automatic weighing(비자동저울), load cell(로드셀), electromagnetic(전자석), strain gauge(스트레인게이지), OIML (국제법정계량기구), electromagnetic(전자력), electro-resistance(전기저항) APLMF(아·태평양계량포럼)

1. 서론

오늘날의 산업구조는 산업의 각 분야에서 생산된 상품이

나 서비스를 서로 교환함을 전제로 하여 발달하여 왔기 때문에 현재 국가경제 사회에서 상거래가 갖는 의미는 매우 크다고 할 수 있다.

* 서울산업대학교 기계설계·자동화 공학부 (namkoong@smut.ac.kr)
주소: 139-743 서울시 노원구 공릉2동 172

+ 서울지방중소기업청

따라서, 공정거래 확보 차원에서 실시되고 있는 계량기의 품질평가는 경제가 발전하고 유통 및 소비생활에 필수적이기 때문에 국민의식이 높아지면서 더욱 그 중요성이 커지고 있다고 할 수 있으며, 최근 점점 확대되고 있는 경제 국가장벽 완화추세로 계량기의 국제적 유통이 더욱 확대될 전망을 나타내고 있어 계량기의 품질보증문제는 이제 국내적 차원이 아니라 국제적 차원에서 다루어야 할 문제로 등장하고 있다. 국제법정계량기구(OIML: Organization International Metrology Legal)에서는 1991년부터 측정기기에 대하여 국가간 상호 인증(MRA)을 위한 측정기기 형식승인제도를 실시하고 있으며, 아시아·태평양 지역의 아·태 계량포럼(APLMF: Asia Pacific Legal Metrology Forum)에서도 비자동저울, 전기식 지시저울 등 계량기의 국가간 상호 인증을 위한 비교시험을 실시·평가 중에 있다. 계량제도나 계량기의 역사가 유럽 국가들과 궤를 달리하여 국제법정계량기구의 국제권고를 그대로 받아들이기에는 소극적인 반응을 보여 오던 일본의 경우도 1993년 11월 계량법을 개정하여 계량제도와 계량기 기술기준을 가능한 한도 내에서 국제표준에 대비하고 있으나, 우리나라의 경우 이와 같은 국제적 흐름에도 불구하고 계량기 품질 보증의 가장 기본이 되는 한국산업규격(KS)이 국제적 표준에 비하여 평가항목이 너무 미흡한 실정이다. 현재, 국내에서 질량계를 생산하는 제조업체는 약 120업체이나 대부분 30인 이하의 소기업으로 기술이 취약하고 영세하며, 그 중 상거래에서 사용되는 일반용 전기식 지시저울을 생산하는 업체는 5업체 정도 밖에 되지 않는 실정이다.

따라서, 급변 국제표준에 대비한 국내 비자동저울의 품질평가에 관한 연구에서는 주로 상거래 되고 있는 전기식 지시저울에 대하여 국내 생산제품의 성능수준이 국제표준의 수준에 어느 정도 접근하고 있는지 파악하고자 하였으며, 국제기준에 비하여 국내생산제품의 미흡한 성능을 찾아 국제표준에 대비하는 한편, 국내기준의 국제기준에 부합화와 함께 품질향상을 기여 할 수 있도록 하였다.

2. 전기식 지시저울 질량측정 구조

2.1 전기식 지시저울의 개요

전기식 지시저울이란 기계적인 변형(인장 및 압축)을 전압, 전류, 전기저항 등의 전기적인 양으로 변환하여 질량을 측정하는 구조의 저울로서 종류로는 전기저항선식, 전자력평형식, 차동변압기식, 자기식, 광전식, 압전식, 유도전기식, 전자식, 방사선식 등이 있으나, 사용되고 있는 전기식 지시

저울로는 Fig. 1에서 보는바와 같이 전자력평형식과 Fig. 2의 전기저항선식이 주종을 이루고 있다.

Fig. 1의 전자력평형식은 전자력으로 하중과 평형을 이루는 원리로서 용량은 수 mg부터 수십 kg까지, 분해능은 1/2,000에서 1/10,000,000까지의 수준에 달한다.

전기저항선식인 Fig. 2는 하중에 의한 로드셀의 비틀림을 전기저항으로 감지하는 원리로서 용량이 수백 g에서 수 톤까지, 분해능은 1/1,000에서 1/20,000정도이다.

그러나 아직까지 국내에서는 전자력평형식 저울은 생산되고 있지 않으며, 전기저항선식 제품만 생산되고 있다.

2.2 전기식 지시저울의 원리

전기식 지시저울의 입력 전압은 대체로 가정용 전원을 그대로 이용하고 있으며 이 전압을 변환기를 이용하여 로드셀의 정격 전압보다 약간 높은 교류전압으로 바꾼 다음 정전압기를 이용하여 로드셀의 정격입력전압을 공급할 수 있는 직류전압원을 Fig. 3과 같이 구성한다.

이렇게 만들어진 직류전압을 로드셀에 하중을 가하면 스

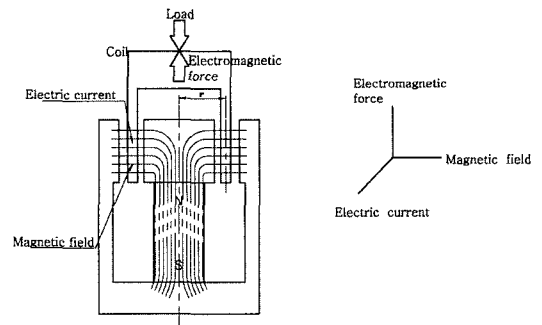


Fig. 1 Electronic self-indicating weighing instrument (Electromagnetic type)

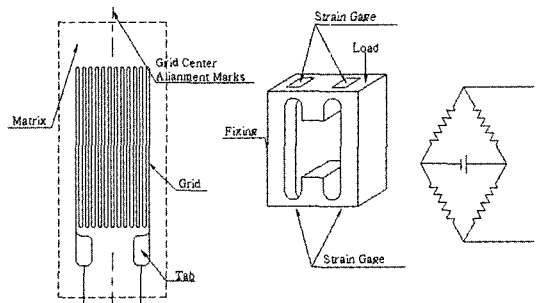


Fig. 2 Electronic self-indicating weighing instrument (Electro resistance type)

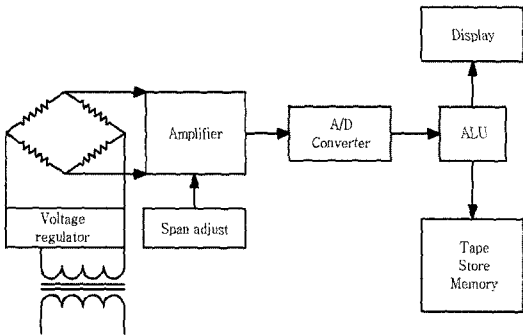


Fig. 3 Electronic self-indicating weighing instrument construction

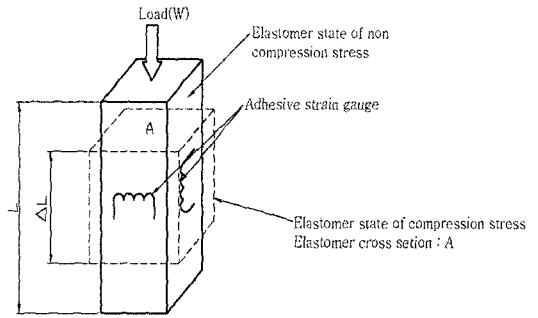


Fig. 4 Principle of occurrence strain 전기식

트레인 게이지들의 저항값이 변하므로, 전압의 차가 나타나게 된다.

이 전압은 A/D변환기의 입력전압으로 이용하기엔 너무 작은 값이므로 앰프(AMP)를 사용하여 적당한 전압으로 증폭한 다음 A/D변환기의 출력은 디지털 신호이므로 ALU (Arithmetic Logic Unit)에서 tare값을 계산한 다음 표시부로 신호를 읽을 수 있는 표시장치를 구동시키는 원리이다.

또, 전기식 지시저울의 구간은 주로 증폭기에 부착된 가변저항 값을 조정하여 줌으로써 증폭기의 이득을 조정하여 구간을 조정하며 용기무게(tare)는 CPU reset 입력단자에서 보호를 받아 현재 계량중인 무게에서 빼주게 된다.

2.3 로드셀의 원리와 스트레인게이지

전기저항 Strain계 Load Cell(이하, 간단히 Load Cell이라 한다)은 1조의 strain gauge를 금속 탄성체에 접착하고 그 탄성체에 하중을 가했을 때에 일어나는 strain을 strain gauge의 저항변화로써 검출하고 인가된 하중의 크기에 비례한 전기출력신호를 얻는 힘 변환기이다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 압축하중을 받은 탄성체에는 strain(ϵ)이 발생하나 그때의 탄성체의 응력과 strain의 관계는 응력의 크기가 탄성체 재료의 탄성한도 이하에 있으면 비례적이고 비례정수는 종탄성계수(E)이다. 이 경우 탄성체의 strain 과 strain gauge의 저항치(R)와 사이에도 위에서 말한바와 같은 비례 관계가 성립하고 strain gauge을(K)을 비례정수로 하는 다음 식이 얻어진다.

$$4R/R=K, \Delta L/L=K\epsilon \text{ 이것에 의해}$$

$$K\epsilon=\sigma/E=\omega/EA \text{ 또는 } \epsilon=1/K \cdot \omega/EA \quad (1)$$

3. 실험

3.1 실험시료선정 및 평가항목

현재 국내에서 질량계를 생산하는 제조업체는 120업체 정도이고 이중 전기식 지시저울을 대량으로 생산하는 업체는 5업체이다. 따라서 이 5업체의 제품을 대상으로 하였으며 상거리에 가장 많이 사용되는 전기식 지시저울의 규격이 15kg(5g)인 점을 감안하고 동일한 평가대상으로 하기 위하여 이 5업체 제품의 동일한 규격인 15kg(5g), 정밀도 등급(III)인 것을 실험시료로 선정하였다.

본 연구에서 국내 전기식 지시저울의 제품에 대한 성능평가항목선정은 국제권고 규격인 비자동저울(OIML R76-1)과 국내표준인 전기식 지시저울(KS C 1313 및 KS C 1314)에서 크게 차이를 보이고 있거나, 국내 표준에 추가되어야 할 항목들로 선정하였다.

Table 1 Item evaluation

No	Evaluation item	Maximum permissible errors(MPE)
1	Weighing performance	Within MPE
2	Static temperature	Within MPE
3	Temperature effect no load indication	1e / 5°C
4	Electromagnetic waves disturbance	1 e
5	Damp heat, stability state	Within MPE
6	Endurance	Within MPE

※ e : Verification scale interval

3.2 계량특성 시험방법

계량특성 시험은 일반적인 저울의 지시오차를 얻기 위한 시험이다. 영점에서부터 최대용량까지 순차적으로 가감하면서 측정하는 방법이다.

시험포인트는 최대용량 및 최대허용오차(MPE : Maximum permissible errors)의 전환점이 포함된 10개소에 대하여 실시토록 OIML R76-1에서 정하고 있다. 따라서, 본 실험에서 초기검사는 최대용량 15kg, 사용범위 최소용량 1kg, 최대허용오차의 전환점하중 2.5kg과 10kg, 임의의 시험하중 2kg, 4kg, 8kg, 12kg, 14kg 및 자동영점 영향을 배제하기 위한 하중 50g 등 10포인트를 선정하였으며, 시료로 선정된 III급의 최대허용오차는 Table 2와 같다.

Table 2 Maximum permissible errors(MPE)

Maximum permissible errors	Class (III)
±0.5 e	0 ≤ m ≤ 500
±1.0 e	500 < m ≤ 2000
±1.5 e	2000 < m ≤ 10000

3.3 정적온도 시험방법

정적온도 시험은 온도변화에 따른 오차를 얻기 위한 시험이다. 국제표준에서는 20℃, 40℃, -10℃, 5℃, 20℃의 각 온도조건하에서 계량특성 시험을 실시하도록 되어있다. 본 실험은 시료가 기준온도의 안정상태에 도달하기 위해 2시간 대기시간을 거쳐 사전부하와 계량시험을 실시하였으며, 30분의 회복시간을 거친 후 영점 판독을 하는 방식으로 실시하였다.

3.4 무부하시 온도효과 시험방법

무부하시 온도효과는 전기식 지시저울의 사용온도 조건이 변화할 때 무부하 상태인 영점의 변화량을 측정하기 위한 시험으로, 시험과정은 정적온도 시험시 각 기준온도별 계량시험을 완료한 후 30분의 회복시간을 거친 뒤 영점의 변화량을 측정하는 것으로 하였다.

3.5 전자파교란 시험방법

3.5.1 순간전력강하(Short time power reductions)

순간적인 전력 단절상태에서의 이상유무를 판단하기 위한 시험으로서 1kg의 분동을 저울 집판에 올려놓은 상태에서 AC 주 전압의 한 주기 또는 반 주기(영점 교차에서의)

진폭을 강하시키는 능력이 있는 시험장치를 사용하였으며, 접속하기 전에 조정하였다.

3.5.2 버스트(Bursts)

규정된 전압스파크를 인가했을 때의 이상유무를 판단하기 위한 시험으로서 1kg의 분동을 저울 집판에 올려놓은 상태에서 개회로 출력 시험전압(Open circuit)을 사용하였으며, Table 3에서와 같이 전원공급선은 1kV, I/O 신호, 데이터 및 제어선은 0.5kV를 사용하였다.

Table 3 Bursts

AC Main Supply	1kV
I/O signal data control lines	0.5kV

3.5.3 정전기 방전(Electrostatic discharge)

정전기 방전에 직접 또는 간접적으로 노출시켰을 때의 이상유무를 판단하기 위한 시험으로서 1kg의 분동을 저울 집판에 올려놓은 상태에서 직접방전과 간접방전은 각각 10회를 적용하였으며, 연속적인 방전간의 시간 간격은 10초를 주었다. 여기서 접촉방전과 대기방전의 경우 전압은 DC전압을 사용하였다.

3.5.4 방사전자기장에 대한 내성(Immunity to radiated electromagnetic fields)

전자기장에 노출시켰을 때의 이상유무를 판단하기 위한 시험으로서 주파수를 26~1000MHz로 설정하고, 3m 거리에서 Table 4의 조건대로 방출시켜 실시하였으며, Fig. 5와 같은 방법으로 방사전자기장에 대한 내성 시험을 실시하였다.

Table 4 Immunity to radiated electromagnetic fields

Frequency range	26~1000MHz
Field strength	3V/m
Modulation	80% AM, 1kHz sine wave

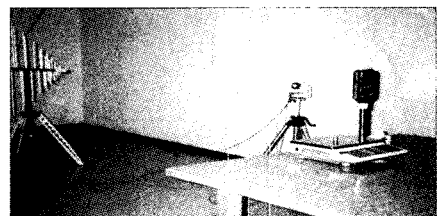


Fig. 5 Test of radiated electromagnetic fields

3.6 고온·다습안정상태 시험방법

고온·다습한 안정상태에서의 오차를 얻기 위한 시험으로서 Fig. 5와 같이 일반상태인 온도 20℃, 습도 50%에서 계량특성 시험을 실시하고, 고온·다습 안정상태인 온도 40℃, 습도 85%속에 48시간 유지시킨 후 그 상태에서 계량특성 시험을 실시하였으며, 다시 일반 상태로 되돌린 후 실시하는 방법으로 하였다.

3.7 내구성 시험방법

내구성 시험에서는 마모나 손상으로 인한 오차가 어느 정도 발생하는지를 얻기 위한 시험으로서 내구성 시험전에 계량특성 시험을 실시하고, 정격용량 50%상태의 하중을 저울에 10만번 반복적으로 하중을 가한 후 계량특성 시험을 실시하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 계량특성 시험결과

계량특성 시험시 10개소의 측정 포인트에 대하여 하중을 증가하고 감소시키는 방법으로 국내제품 5형식에 대하여 실험한 측정결과 각 제품별로, 허용오차가 ±0.5e 구간에서의 경우 -0.4e~+0.5e, 허용오차가 ±1.0e인 구간에서는 -0.5e~+0.6e, 허용오차가 ±1.5e인 구간에서는 -0.6e~+0.6e로서 ±0.5e 구간, ±1.0e구간, ±1.5e 구간 모두에서 국내생산제품이 국제기준에 적합한 것으로 나타났다. 이에 대한 자세한 측정결과(전체)는 Table 5와 같다.



Fig. 6 Damp heat, stability state test

Table 5 Weighing performance test result of a measurement (whole)

Permissible error	Result of a measurement				
	A	B	C	D	E
±0.5e	-0.1e~ +0.3e	-0.3e~ +0.1e	-0.1e~ +0.5e	-0.3e~ +0.2e	-0.4e~ -0.2e
±1.0e	-0.5e~ -0.1e	-0.4e~ +0.1e	+0.3e~ +0.6e	-0.3e~ +0.3e	0.0e~+ 0.3e
±1.5e	-0.3e~ -0.6e	-0.4e~ -0.2e	+0.5e~ +0.6e	+0.1e~ +0.2e	+0.2e~ +0.5e

또한 계량특성 시험에서의 국내 제품에 대한 하중의 증가와 감소시에 나타나는 지시값에 대한 오차와 보정된 오차의 값은 다음과 같다.

이러한 데이터의 측정값은 하중을 50g에서부터 15kg까지 실제하중과 임의의 하중을 포함해서 10단계의 하중으로 하중을 주었을 때 각 사별로, 나타나는 증가시의 오차와 감소시의 오차에 대한 결과를 보면 국제기준인 허용오차 범위 내에 포함됨을 이 계량특성 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

따라서 각 사별로 데이터를 종합해서 표현한 결과는 Fig 7과 같다.

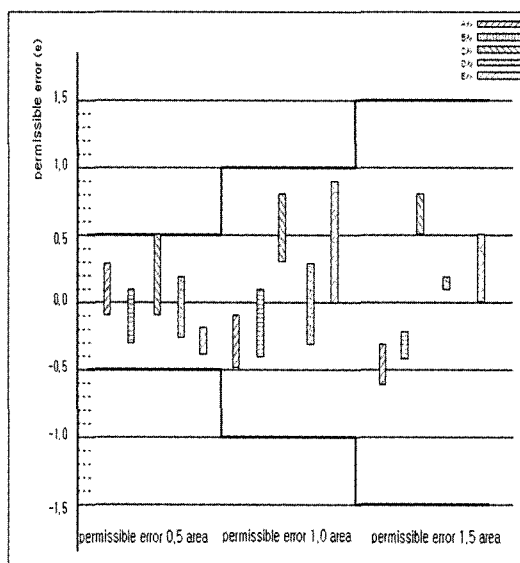


Fig. 7 Weighing performance test

4.2 정적온도 시험결과

정적온도 시험에서는 2개사 제품이 40℃와 -10℃에서 기준을 초과하였으며, 그에 따른 본 실험의 전체적인 결과는 Table 6과 같다.

Table 6 Static temperature test result of a measurement

Temperature	Permissible error	Result of a measurement				
		A	B	C	D	E
20℃	±0.5e	-0.1e~ +0.3e	0.0e~+ 0.2e	0.0e~- 0.1e	-0.1e~ 0.0e	-0.1e~ +0.5e
	±1.0e	-0.1e~ -0.4e	0.0e~+ 0.4e	0.0e~+ 0.3e	-0.3e~ -0.1e	-0.2e~ +0.8e
	±1.5e	-0.6e~ +1.1e	+0.2e~ +0.8e	+0.3e~ +1.2e	-0.4e~ -0.9e	-0.8e~ +1.1e
40℃	±0.5e	-0.2e~ +0.4e	-0.2e~ +0.2e	0.0e~- 0.5e	-0.2e~ 0.0e	-0.4e~ 0.0e
	±1.0e	-0.6e~ +0.1e	-0.7e~ -0.2e	-1.3e~ +0.2e	-0.7e~ -0.3e	-0.4e~ +0.3e
	±1.5e	-0.7e~ +0.4e	-0.2e~ -0.5e	+0.3e~ +1.1e	-1.0e~ -0.4e	+0.3e~ +0.9e
-10℃	±0.5e	-0.2e~ +0.2e	-0.1e~ +0.1e	0.0e~- 0.8e	-0.1e~ 0.0e	-0.2e~ +0.9e
	±1.0e	-0.7e~ -0.6e	-0.4e~ -0.1e	-0.1e~ -0.8e	-0.5e~ -0.1e	-2.3e~ -1.9e
	±1.5e	-1.1e~ -0.7e	-0.3e~ +0.1e	-0.6e~ -1.3e	-0.8e~ -0.2e	-3.2e~ -2.3e
5℃	±0.5e	0.0e~+ 0.4e	-0.3e~ +0.2e	-0.2e~ +0.1e	-0.2e~ 0.0e	0.0e~+ 0.4e
	±1.0e	-0.4e~ 0.0e	-0.2e~ +0.2e	0.0e~+ 0.6e	-0.3e~ -0.1e	-0.5e~ +0.4e
	±1.5e	-1.1e~ -0.6e	0.0e~+ 0.5e	+0.5e~ +0.9e	-0.6e~ -0.3e	-1.3e~ -0.9e
20℃	±0.5e	-0.3e~ +0.2e	-0.5e~ 0.0e	-0.1e~ +0.2e	-0.1e~ +0.2e	-0.4e~ 0.0e
	±1.0e	-0.4e~ -0.3e	-0.5e~ -0.1e	-0.4e~ +0.3e	-0.3e~ 0.0e	-0.9e~ -0.3e
	±1.5e	-0.9e~ -0.5e	-0.4e~ -0.1e	+0.3e~ +0.9e	-0.4e~ +0.1e	-0.8e~ +1.3e

4.3 무부하시 온도효과 시험결과

무부하시 온도효과 시험은 Fig. 8과 같은 온도사이클 시험상에서 온도변화에 대한 저울의 영점변화를 측정하는 것으로 순환하는 온도 5℃당 영점변화는 1눈금 이상 변하지 않도록 규정하고 있으나, 측정결과는 Fig. 9에서와 같이 5업

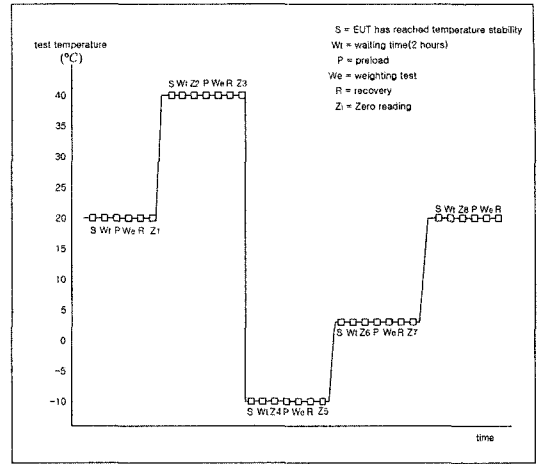


Fig. 8 Static temperature test

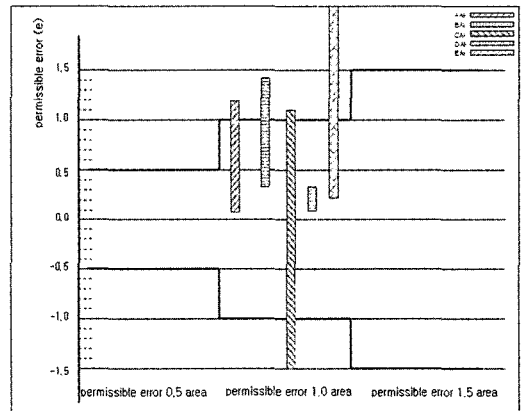


Fig. 9 Zero indication temperature per 5℃

체중 1업체만 기준에 적합하였으며, 4업체는 기준에 미달되었다. 특히, 1업체는 국제표준에 최고 8.6배 이상 기준을 초과되고 있음을 알 수 있었다.

4.4 전자파교란 시험결과

전자파교란 시험인 순간전압강하, 버스트, 정전기검사, 방사전자기장에 대한 내성 시험이 있는데, 특히, 국내생산 제품 중에서 순간전압강하와 방사전자기장에 대한 내성 시험에 해당되는 부분에서의 제품에 오작동이 발생하는 등의 결과를 얻을 수 있었다.

그 밖의 전자파교란 시험에 해당되는 버스트와 정전기검사 등에서는 5업체 모두 전자파에 그다지 영향을 받지 않는

다는 것을 Table 7과 같은 결과에서 확인 할 수 있었다.

Table 7 Test of radiated electromagnetic fields

Test item	Result of a measurement				
	A	B	C	D	E
Short time power reductions	O	O	O	O	X
Bursts	O	O	O	O	O
Electrostatic discharge	O	O	O	O	O
Immunity to radiated electromagnetic fields	O	X	O	O	X

(O: 이상발생, X : 이상없음)

4.5 고온·다습 안정상태 시험결과

고온·다습 안정상태 시험은 일반사용상태(온도: 20℃, 습도: 50%)와 고온·다습 안정상태(온도: 40℃, 습도: 85%)로 48시간 유지시킨 후 다시 일반사용상태로 변화시키며 측정하는 시험으로 측정을 한 결과를 보면 Table 8과 같이 3업체 제품에서 양호한 결과를 얻었으나 2업체 제품이 기준에 미달하는 것으로 나타났다.

Table 8 Damp heat, stability state test result of a measurement

Test item	Permissible error	Result of a measurement				
		A	B	C	D	E
20℃, 50%	±0.5e	-0.1e~ +0.3e	-0.3e~ 0.0e	-0.4e~ 0.0e	-0.1e~ 0.0e	-0.6e~ +0.1e
	±1.0e	-0.2e~ +0.4e	-0.6e~ 0.0e	+0.3e~ +0.5e	-0.2e~ 0.0e	-0.2e~ -0.8e
	±1.5e	-0.4e~ +0.8e	-0.3e~ +0.2e	+0.1e~ +1.0e	-0.3e~ +0.1e	-0.5e~ +0.2e
40℃, 85%	±0.5e	-0.3e~ +0.4e	-0.2e~ 0.0e	+0.1e~ +0.8e	-0.3e~ 0.0e	-1.5e~ +0.4e
	±1.0e	-0.4e~ +0.9e	-0.3e~ -0.2e	+0.5e~ +0.8e	-0.8e~ -0.3e	-0.8e~ +0.1e
	±1.5e	-0.5e~ +1.1e	-0.3e~ +0.1e	+0.9e~ +1.3e	-0.9e~ -0.4e	+0.7e~ +1.2e
20℃, 50%	±0.5e	-0.1e~ +0.2e	-0.4e~ 0.0e	0.0e~ 0.4e	-0.2e~ 0.0e	-1.4e~ 0.0e
	±1.0e	-0.3e~ +0.2e	-0.4e~ +0.1e	-0.1e~ +0.5e	-0.3e~ -0.1e	-1.1e~ -0.6e
	±1.5e	-0.3e~ +0.9e	-0.2e~ +0.3e	+0.2e~ +0.9e	-0.4e~ -0.1e	-1.0e~ -0.3e

4.6 내구성 시험결과

내구성 시험은 저울의 마모나 손상으로 인한 오차가 어느 정도 발생하는지를 알아보기 위해 일정하중을 10만회 반복적으로 가하여 오차를 측정하는 시험으로 측정된 결과 5업체 국내 제품 모두 국제기준 허용오차 범위 내에 있는 것을 알 수 있었다. 측정결과는 Table 9와 같다.

50%의 하중(약 7.5kg)으로 10만회 반복하중을 가한 뒤 측정된 결과는 다음의 Fig. 10에서와 같이 국내생산제품의 내구성은 국제기준인 허용오차 범위 내에 있는 매우 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

Table 9 Endurance test result of a measurement

Permissible error	Result of a measurement				
	A	B	C	D	E
±0.5e	-0.2e~ +0.4e	-0.1e~ +0.3e	-0.3e~ +0.4e	-0.2e~ +0.4e	-0.3e~ +0.4e
±1.0e	-0.6e~ +0.7e	-0.4e~ +0.8e	-0.5e~ +0.6e	-0.3e~ +0.8e	-0.7e~ +0.6e
±1.5e	-0.4e~ +0.9e	-0.3e~ +1.2e	-0.6e~ +1.1e	-0.4e~ +0.8e	-0.6e~ +1.3e

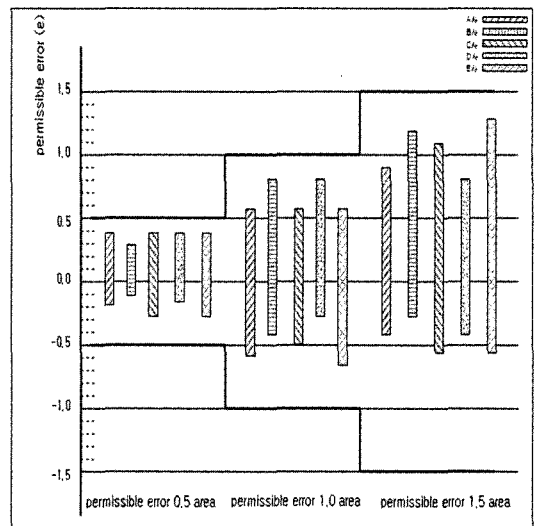


Fig. 10 Endurance test

4. 결론

국내에서 주로 생산되고 있는 상거래용 저울인 전기식 시저울 15kg(5g)인 5업체 제품에 대하여 국제표준규격인 OIML R76-1에 따라 품질평가를 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 일반적으로 국내에서 오차시험이라고 하는 계량특성 시험에서는 전반적으로 양호한 결과를 나타내었는데 이는 국내기준이 국제표준에 어느 정도 일치함을 알 수 있었다.
- (2) 무부하시 온도효과 시험에서는 국제표준이 온도변화 5℃ 당 저울의 영점변화가 ±5g 인바, 시험시로 4업체 제품이 기준에 미달하였고, 특히, 1업체 제품은 허용오차의 8.6배를 초과하는 결과를 얻었다.
- (3) 사용환경 변화에 대하여 저울의 성능변화를 알아보는 정적온도변화 시험에서는 3업체제품은 양호하였으나 2업체 제품에서 허용오차의 2배까지 초과하였다.
- (4) 전자과교란 시험에서는 순간전압강하 및 방사전자기장에 대한 내성 시험부분에서 2업체 제품이 국제표준에 미흡함을 나타내었다.
- (5) 고온·다습 안정상태 시험에서는 2업체 제품이 허용오차 범위를 최고 3배까지 초과하였다.
- (6) 내구성 시험에서는 10만회반복시험을 통해 제품의 품질을 평가해 본 결과 국내제품 모두 국제기준인 허용오차범위 ±1.5e이내에 포함된 결과가 나타났다.

참고 문헌

- (1) OIML R 76-1, 1994, *Nonautomatic weighing instruments*, International Recommendation.
- (2) KS C 1313, 2001., *Electrical weighing machine*, Korean Standards Association.
- (3) KS C 1314, 2001., *Electrical weighing machine over 2t*, Korean Standards Association.
- (4) OIML R 60, 1994, *Metrological regulation for load cell*, International Recommendation.
- (5) OIML R111, 1994, *Weights of accuracy classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₂, M₃*, International Recommendation.
- (6) Ryu, H. B., Eun, Y. Y., and Seung, Y. S., 1998, "A Study on the Image for Precise Measurement," *Journal of the Korean Society of Machine Tool Engineers*, Vol. 7, No. 3, pp. 126~129.
- (7) Lee, S. K., 2003, "International Vocabulary of Basic and General Terms in metrology," *Korea Research Institute of Standards and Science*, pp. 26~42.
- (8) Kim, I. S., Park, C. U., and Chung, Y. C., 1996, "A New Method for Sampling Inspection by Variables under Undesired Measurement Conditions," *KSMTE Autumn Conference*, pp. 187~193.
- (9) Namkoong, J. K., Kim, H. W., and Kong, J. H., 2003, "Analysis of Performance Comparison of Nonautomatic Weighing Instruments," *KSMTE Autumn Conference*, pp. 3~8.