

1 kg ~ 10 kg 시리즈분동의 질량측정장치 New apparatus for calibration of series weight in the range of 1 kg to 10 kg

*이용재¹, 정진완, 이우갑, 김광표, 장경호

*Y.J. Lee, J.W. Chung, # W.G. Lee(woojab@kriss.re.kr), K.P. Kim, K.H. Chang

¹한국표준과학연구원 기반표준본부 질량힘센터

Key words : Traceability, weighing design, weight exchanger, uncertainty

1. 서론

보통 분동 세트는 1 mg부터 20 kg까지 시리즈 분동들의 조합으로 구성된다. 분동 세트는 시리즈로서 구성된다. 즉, 5, 2, 2, 1 시리즈, 5, 3, 2, 1 시리즈, 또는 5, 2, 1, 1 시리즈로서 임의의 분동들을 조합하여 원하는 질량값을 조성한다. 이 분동들은 질량표준인 1 kg 원기로부터 소급성(traceability)을 가진 질량값으로 유도되게 된다. 1 kg 질량으로부터 분동시리즈의 질량을 결정하기 위해 교정설계(weighing design)를 통하여 질량측정을 수행한다. 교정설계는 Table 2-1-1과 같이 시리즈 분동의 질량을 결정하기 위해 시리즈 분동에서 비교할 수 있는 조합된 분동들의 최적의 측정수를 만드는 것이다⁽¹⁾. 질량측정 결과는 저울 성능, 측정자의 능력, 그리고 주위환경의 변화에 영향을 받기 때문에 측정과정의 안정 상태를 확인할 수 있어야 한다. 이런 목적으로 매 측정에 있어서 이미 교정되어 질량값을 알고 있는 표준분동을 검정표준(check standard)으로 사용하여 검정표준의 기존 질량값과 측정 결과 구해진 질량값과의 차이에 대해 T 검정(T-test)함으로써 측정 과정의 안정 상태를 점검한다⁽²⁾. KRISS에서는 현재까지 1 kg으로부터 10 kg까지 분동(Fig. 2-1-1)의 질량값을 유도하기 위해 multiple 방법으로 일대일 맞비교를 통하여 수동 혹은 자동으로 분동의 질량을 측정하여 왔다. 그 이유는 저울의 소형화로 인하여 분동을 설치할 수 있는 공간이 작고, 분동을 올려 놓을 수 있는 팬의 모양이 특이하여 OIML(국제법정계량기구)형 분동은 여러 개를 조합하여 측정할 수 없기 때문이다. 또한 수동측정은 질량측정 소요

시간을 줄일 수 없어 대외 교정물량의 증가로 인하여 산업체의 교정기간 단축의 요구를 충족할 수 없고, 기술적인 측면의 문제로서 수동조작에 의한 분동표면의 손상 우려, 측정자의 측정 능력에 의한 오차, 표준분동들의 저울 팬의 중심 위치의 이탈로 인한 편심오차 등이 발생되어 왔다.

이에 본 연구의 질량교정설계의 방법에 따른 1 kg에서 10 kg 시리즈분동들의 질량을 자동으로 측정하는 장치의 개발을 통하여 질량측정능력을 제고하였다.

Table 2-1-1. Elementary measurement in each series

	10	5	2	2*	1	1*
O1	+	-	-	-	-	
O2	+	-	-	-		-
O3		+	-	-	-	
O4		+	-	-		-
O5			+	-	+	-
O6			+	-	-	+
O7			+	-		
O8			+		-	-
O9				+	-	-
O10					+	-

2. 구성

제작된 시리즈분동 교정자동화장치(1 kg ~ 10 kg)는 Fig. 2-2-1과 같이 저울(balance), 분동교환장치(weight exchanger), 모터 콘트롤러(Motor controller), 공기밀도측정장치(air density measurement instrument), 응용프로그램(Application

program), 컴퓨터 등으로 구성되어 있다.

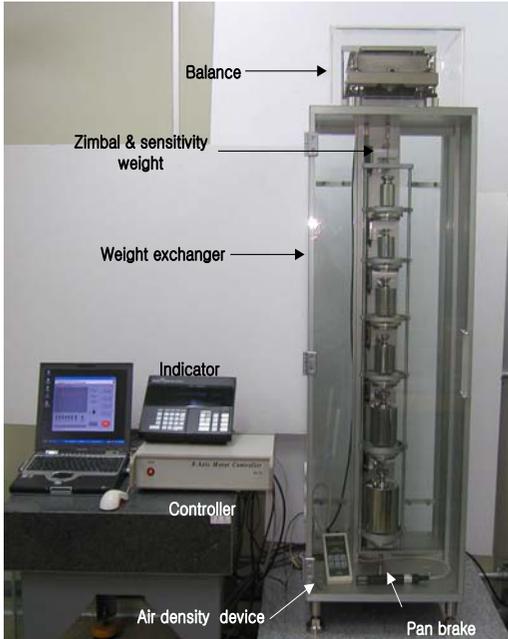


Fig. 2-2-1. Photo of the automatic weighing system (1 kg ~ 10 kg)

분동교환장치(Fig. 2-2-2)는 질량표준 1 kg, 검정 분동 1 kg, 그리고 2 kg, 2 kg*, 5 kg, 10 kg의 시리즈 분동과 감도분동을 각각의 스텝 모터의 작동으로서 load 할 수 있도록 제작된 장치로서 6 개의 분동과 1 개의 감도분동을 올려놓을 수 있는 계량팬(weighing pan)과 각각을 load 할 수 있는 lifter, 팬의 정지시간을 줄이기 위한 스텝 모터가 장착된 weighing pan brake, 8개의 스텝 모터를 구동하기 위한 모터 컨트롤러로 구성된다.

개발된 프로그램은 LabView로 작성된 application program과 C-언어로 작성된 weighing design program이다⁽³⁾. application program은 자동화 장치를 구동하고 측정데이터를 수집하는 프로그램으로서 수동 교정 프로그램과 자동 교정 프로그램으로 구성되어 있다. 수동 교정 프로그램은 분동 교정 장치 초기화, 동작 시험, 교정하려는 분동을 처음 장치에 설치하였을 때 분동이 팬의 중앙에 오도록 조절하는 역할을 한다. 자동 교정 프로그램은 미리

계획된 질량교정설계 절차에 따라서 lifter들을 구동하여 분동의 질량을 자동으로 측정한다.

3. 평가 및 결론

본 장치의 성능을 평가하기 위해 application program의 수동 및 자동프로그램을 실행하여 각 질량 측정조합의 질량차이의 반복도와 1 kg ~ 10 kg의 시리즈분동을 질량교정설계에 따라 질량측정을 수행하였다. 성능시험에 사용된 분동은 1 kg ~ 10 kg 시리즈(Troemner Co., F₁ Class), 기준질량 1 kg 분동(Mettler Co., E₁ Class), 감도분동 1 g (Mettler Co., E₂ Class)이고 본 장치를 사용하여 측정한 질량값과 기존의 방법으로 교정하여 얻은 질량값을 비교하였다.

10개의 질량측정조합 각각 10 회씩 반복 측정하여 질량측정 차이값(S-T)을 시험한 결과 반복도를 나타내는 표준편차가 최소 3.1 mg, 최대 5.3 mg으로 나타났다

질량 교정 설계를 적용하여 자동으로 가동시켜 시험한 결과 분동 2 kg ~ 10 kg을 F₁ Class까지 교정 가능한 성능을 나타냈다. 교정된 2 kg, 5 kg, 10 kg 분동의 측정불확도($k=2$)는 각각 3.2 mg, 7.7 mg, 13.6 mg으로 평가되었다.

결론으로서 1 kg ~ 10 kg의 시리즈 분동의 교정을 효율적으로 수행하기 위해 자동화 장치 연구를 수행하였다. 교정생산성 측면에서 시리즈 분동 한 세트를 교정하기 위한 소요시간이 수동측정의 5 시간 정도에서 3 시간 정도로 단축되고 자동측정으로 인한 여유시간이 4 시간정도 확보되는 성과를 얻었다.

참고문헌

- [1] W.G. Lee, Metrologia, 34, 365-369(1997)
- [2] 도진열 외 3명, "질량 측정의 기초", 한국표준과 학연구원, 대전(1994)
- [3] National Instruments, "LabView Basic I Hands-On Course"(2000)