

기체압력변환를 이용한 1 kg 분동의 부피측정에 관한 연구

이용재*(한국표준과학연구원), 장경호(한국표준과학연구원), 오재윤(전북대학교),
우삼용(한국표준과학연구원), 정상덕(전북대학교)

주제어 : 기체압력변환장치, 부피측정, 진공, 압력팽창

본 논문은 일정한 “일정한 온도에서 일정량의 기체의 부피는 압력에 반비례한다”는 보일의 법칙(Boyle's law)을 이용한 기체압력변환장치를 개발하여 질량표준으로 사용되는 1 kg 분동의 부피측정 결과 기술한다. 1 kg 분동은 질량표준으로 활용하기 위하여 1 kg 분동의 부피에 대한 공기의 부력을 정확하게 측정하여야 한다. 따라서 1 kg 분동의 정확한 부피의 측정이 요구되어 진다.

1 kg 분동의 부피측정은 아르키메데스 원리(Archimedes' principle)를 이용한 정유체질량측정방법(Hydrostatic weighing method)을 사용하여 오고 있다. 이것은 현재 KRISS(Korea Research Institute of Standards and Science)와 선진 측정표준연구기관에서 최고의 부피측정 정확도를 구현할 수 있는 방법으로서 저울과 표준분동 그리고 밀도표준기준물을 이용하여 액체의 밀도를 측정 후 이 액체 가운데 분동을 잠입하고 이로 인한 부력을 측정하여 분동의 부피를 결정한다. 그러나 이 방법은 피측정 물체가 사용된 액체와 화학적 반응을 일으키거나, 기공이 존재하거나, 액체의 밀도보다 적을 경우에 정확한 부피를 측정할 수 없다. 또한 고정도의 측정은 가능하나 측정장치 및 측정절차의 복잡성으로 인하여 측정소요시간이 과다하여 측정생산성이 매우 낮은 단점이 있다. 특히 2차 질량표준으로 사용되고 있는 조립형으로 된 두조각 분동(two-piece weight)의 부피는 직접 측정하지 못하고 제작사에서 제공한 값을 사용하여 오고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 기체압력변환장치를 개발하여 질량표준유지로 활용되고 있는 몇 종류의 1 kg 분동의 부피를 측정하고 그 결과를 분석하여 본다. 기체압력변환장치는 압력을 변환할 수 있는 용기, 용기를 진공으로 만들기 위한 진공펌프, 압력팽창을 위한 자동 밸브, 정확한 압력을 측정하기 위한 압력측정기들로 구성되어 있다. 본 장치를 이용한 부피측정방법은 먼저 부피값을 알고 있는 기준물을 대기압 수준의 기체가 들어 있는 하나의 용기에 넣고 압력을 측정하고, 파이프를 연결된 진공상태 있는 다른 용기에 자동밸브를 통하여 기체를 팽창시켜 낮아진 압력을 측정하고 부피기준물을 용기로부터 빼내 이에 대한 압력비를 산출한다. 다시 피측정물체를 위와 같은 순서로 수행하여 압력비를 산출한다. 이 압력비들을 $PV=C$ (Boyle's law)의 식에 대입하여 사용된 두개의 용기의 부피를 결정하고 피측정물체의 부피를 결정하는 방법이다. 이 방법은 정유체질량측정방법보다 측정정확도는 떨어지나 거의 모든 물체의 부피측정이 가능하고 측정절차가 간단하여 측정이 간편하고 측정소요시간이 짧아 측정생산성이 매우 높은 장점이 있어 부피측정에 많은 활용이 기대된다.