

자기장 핵심측정표준 국제비교 결과 (Results of International Key Comparison for Magnetic Flux Density)

한국표준과학연구원, 전자기표준연구부

박포규*, 김영균, 김창석

1. 서론

여러 나라에서 유지/사용되고 있는 자기장(자속밀도) 단위(테슬라, T)의 상호 일치 여부를 알기 위해 이 분야의 핵심측정표준 국제비교(International Key Comparison, 이하 KC로 표현)가 10 개국이 참여한 가운데 이동용 표준코일을 이용하여 수행되었다. KC 방법은 하나의 Garret 형 표준코일을 각 국으로 순회시켜 AC 및 DC 코일상수를 측정하는 것으로 자기장 및 주파수 범위는 2 mT, 20 kHz 이하에서 실시하였다. KRISS에서는 비자성 실험실에 설치된 지구자기장 상쇄장치, 정밀 솔레노이드, 전류안정화 장치 등으로 구성된 저자기장 표준시스템 및 교류 자기장 표준 시스템을 이용한 DC 및 AC 자기장 표준으로부터 표준코일의 코일상수를 비교 측정하였다.

2. 측정방법

DC의 경우 KRISS에서는 기존의 비자성 시설, 지구자기장 상쇄장치, 정밀 솔레노이드, 정밀 전류원, 전류측정 장치 및 원자 자기공명을 이용한 자기장 측정기 등이 사용되었다[1]. 비자성 실험실내에 설치된 지구자기장 상쇄용 3-축 대형 헬륨홀츠 코일 중심부에 자기장발생용 표준 솔레노이드를 설치하고, 전류를 흘려 정밀 자기장을 발생시켰다. 또한 솔레노이드 중심부에는 절대 자기장 측정장치인 헬륨 광펌핑 자기장 측정기를 설치하여 자기장에 비례하는 Zeeman 공명 주파수를 측정하여 주파수에 비례하는 자기장의 크기를 계산하였다. 정밀한 주파수를 측정하기 위해 GPS 주파수 표준기를 사용하였다. 또한 정밀 전류는 측정실에 설치된 항온조 속에 설치된 10 Ω 표준저항에 유기되는 전압과 제너표준기의 전압을 비교하여 측정하였다. 표준코일에 대해서도 일정한 전류를 유지하여 동일한 방법으로 비교 측정하였다.

표준코일의 AC 코일상수는 전자기유도 방법을 사용하여 주파수 범위 (0.1 - 20) kHz에서 주파수 발생기, 증폭기, 표준저항, 2 대의 DVM 및 탐지코일 등을 사용하여 측정하였다. 장비로 인한 측정값의 차이를 줄이기 위해 동일한 모델의 DVM을 사용하였다. 전자기유도를 이용한 방법은 1차 코일인 표준코일에 교류전류를 흘리고, 그 중심부에 2차 코일인 탐지코일을 설치하여 유도되는 전압을 측정하였다.

표준코일의 코일상수(B/I , T/A)는 측정된 자기장(B)을 흘려준 전류(I)로 나누어서 계산할 수 있으며, 기타 외부 자기장의 영향을 감소시키기 위해 지구자기장 상쇄장치를 사용하였으며, 온도변화에 따른 코일상수의 영향을 감소시키기 위하여 온도 변화를 측정하여 코일상수를 보정하였다.

3. 측정결과

KRISS의 측정 결과는 DC의 경우 불확도(1σ)는 4×10^{-6} 이고, AC는 주파수에 따른 불확도(1σ)는 (0.1 - 1) kHz 범위에서 0.08 %, (1 - 5) kHz 에서 0.13 %, (5 - 20) kHz 에서 0.22 % 이었다. 자기장 KC(CCEM.M-K1)에 대한 참가국의 측정결과는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다[2].

4. 결론

최근 국제무역의 기술적 장벽을 제거하기 위한 노력의 하나로 국가측정표준에 대한 동등성과 국가측정표준기관에서 수행한 교정 및 측정에 대한 국가간 상호인정의 필요성이 제기되어 왔다. 이에 따라 자기장분야의 핵심측정표준 국제비교가 독일의 PTB에서 제안되어 10 개국이 참여하여 수행하였다. KRISS는 직.교류 자기장 분야에 참여하여 선진국과 대등한 결과를 얻었으며, 이러한 결과는 그 나라에서 유지하는 자기분야의 표준 및 측정 능력을 가늠할 수 있는 척도로 사용될 수 있으며, 참여기관들이 발행하는 교정 및 측정성적서의 효력을 상호 인정하는 토대가 되고 있다[3].

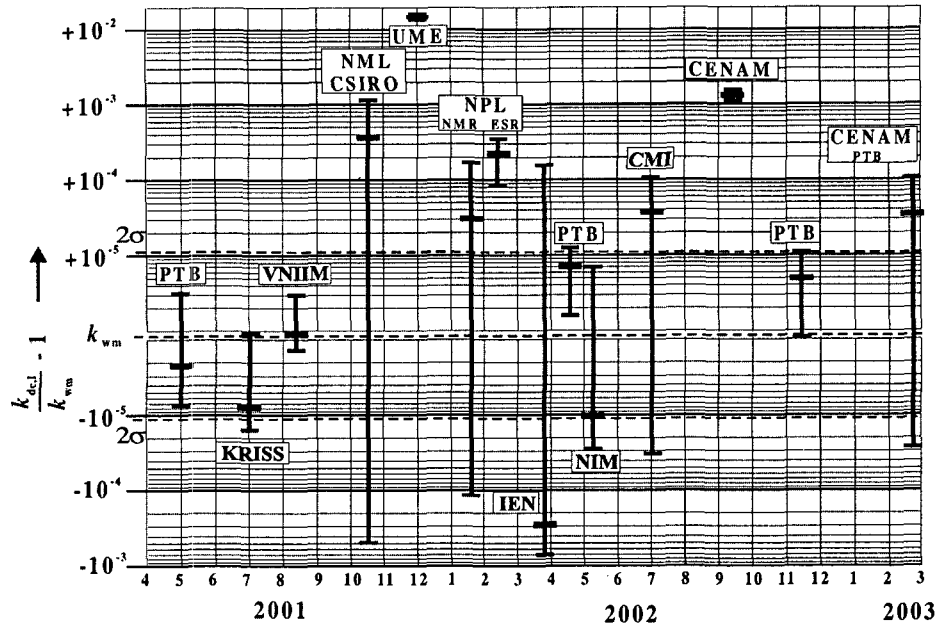


Fig. 1. Results of KC for DC magnetic flux density.

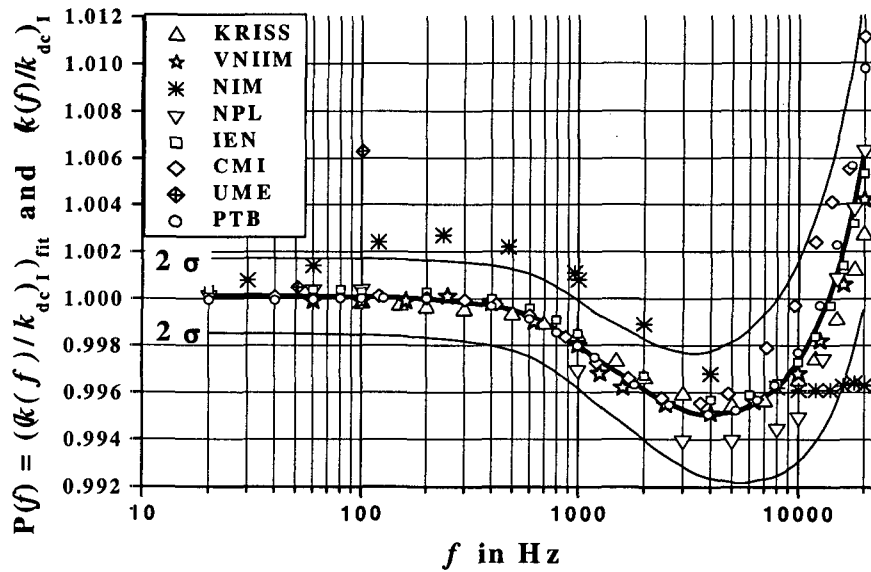


Fig. 2. Results of KC for AC magnetic flux density.

5. 참고 문헌

- [1] P. G. Park, Y. G. Kim, V. Ya. Shifrin and V. N. Khorev, Rev. Sci. Instrum. **73**, 3107 (2002).
- [2] K. Weyand, Drift B for key comparison CCEM.M-K1, "Magnetic flux density by means of a transfer standard coil", PTB, Oct., 2003.
- [3] 송양섭 외, 핵심측정표준 국제비교, KRISS/IR-2002-017, 2001.