

QC20 볼바 오차 예산 및 불확도 계산

소개

이 문서에서는 Renishaw QC20 볼바 및 볼바 캘리브레이터에 대한 시스템 측정 불확도 계산을 요약하여 설명합니다. 해당 계산은 공시 사양을 도출하는 데 사용됩니다.

- QC20 볼바는 20 ±5 °C 조건에서 ± [0.7+0.3%*L] μm의 정확도로 반경방향 변화를 측정할 수 있습니다. 여기서 L은 반경방향 변화(범위)의 절댓값입니다.
- 볼바 캘리브레이터는 ±1 μm의 길이 불확도를 갖습니다.

오차 산정 방법에 대한 일반 사항

오차 예산 산출은 Renishaw의 ISO 9001:2015 규격 품질 관리 시스템이 적용되는 새로운 Renishaw 제품 개발 프로세스의 표준화된 부분입니다. ISO 9001:2015는 품질경영시스템에 대해 국제적으로 인정된 표준이며, Renishaw에서는 UKAS 인증을 받은 BSI 인증기관을 통해 해당 표준의 준수가 검증되고 있습니다.

오차 예산은 EA-4/02 '캘리브레이션에서의 측정 불확도 표현' 과 NIST 기술 노트 1297에 기술된 지침에 따라 계산됩니다. 예산에 영향을 주는 요소는 구성품의 사양 검증 결과, 성능에 대한 실험적 근거, 이론적 계산 등 다양한 요인을 조합해서 산출됩니다. 이러한 개별 항목의 조합을 통해 시스템 수준의 사양이 결정되며, 모든 사양은 95%(k=2)의 신뢰도 수준으로 공시됩니다. 오차 예산은 자격을 갖춘 담당자의 검토를 거쳐 최종 결정됩니다. 아래 섹션에서는 QC20 볼바 및 볼바 캘리브레이터 오차 예산의 개별 요소를 보여줍니다.

QC20 볼바의 반경방향 변위 측정 불확도

불확도의 원인	불확도 값 μm	확률 분포	불확도 (k=1) ± μm
볼바 캘리브레이션 불확도	±0.40	정규분포 (k=2)	0.20
볼바 합격 판정 기준	±0.40	정규분포 (k=2)	0.20
1년 동안의 볼바 편차	±0.30%L*	정규분포 (k=2)	0.15%L*
볼 구형도	0.13	사각분포	0.11
히스테리시스	±0.06	정규분포 (k=3)	0.02
볼바 열 팽창	±0.10	정규분포 (k=1)	0.10
센터 피벗 처짐	±0.15	정규분포 (k=1)	0.15
조합된 불확도 (k=1)			0.35 μm + 0.15%L
확장된 불확도 (k=2)			0.70 μm + 0.30%L
공시된 사양 (k=2)			0.70 μm + 0.30%L

* L은 반경방향 변화의 절댓값입니다

다양한 반경방향 변화에 따른 사양 계산 예시

기계의 10 µm 반경방향 변화 측정 시 볼바 사양

- $\pm [0.70 + 0.30\% \cdot 10] \mu\text{m} = \pm 0.73 \mu\text{m}$

기계의 100 µm 반경방향 변화 측정 시 볼바 사양

- $\pm [0.70 + 0.30\% \cdot 100] \mu\text{m} = \pm 1.00 \mu\text{m}$

볼바 캘리브레이터 길이의 불확도

QC20 볼바를 사용하여 원 반경을 측정할 때, 캘리브레이터 길이의 추가적인 불확도 오차를 포함시켜야 합니다.

불확도의 원인	불확도 값 µm	확률 분포	표준 불확도 (k=1) ± µm
마스터 볼바의 불확도	±0.40	정규분포 (k=2)	0.20
마스터 볼바 비선형성	±0.40	정규분포 (k=2)	0.20
캘리브레이션 반복도	±0.03	정규분포 (k=1)	0.03
마스터 캘리브레이터의 불확도	±0.30	정규분포 (k=2)	0.15
마스터 캘리브레이터의 편차	±0.50	정규분포 (k=2)	0.25
볼바 스케일 팩터 오류 및 길이 불일치	0.0004	정규분포 (k=2)	0.02
볼바 볼의 구형도	0.13	사각분포	0.11
온도 (볼바)	±1.2 °C	사각분포 및 정규분포	0.01
온도 (캘리브레이터)	±1.2 °C	사각분포 및 정규분포	0.03
조합된 불확도 (k=1)			0.42
확장된 불확도 (k=2)			0.85
공시된 사양 (k=2)			1.00

모든 표에 공통적으로 적용되는 참고 사항:

- 첫 번째 열에는 고려된 측정 불확도 오차의 원인이 나열됩니다.
- 두 번째 열에는 불확도의 원인에 대한 불확도 값이 해당 단위로 제공됩니다.
- 세 번째 열에는 오차 원인에 대한 확률 분포 함수와 적용된 신뢰 범위 계수를 제공합니다. 이 계수는 불확도 값을 k=1기준으로 환산하는 데 사용되며, 샘플 데이터의 크기를 고려하기 위해 추가 보정 계수가 적용됩니다.
- 네 번째 열에는 각 불확도 원인에 대한 불확도가 나열됩니다.
- 개별 불확도 값은 RSS (root sum square) 계산을 사용하여 조합되며, 이를 통해 총 조합 불확도가 산출됩니다.

www.renishaw.com/qc20



#renishaw

+82 31 346 2830

korea@renishaw.com

© 2026 Renishaw plc. All rights reserved. RENISHAW®와 프로브 기호는 Renishaw plc의 등록 상표입니다. Renishaw 제품명과 명칭 및 'apply innovation' 마크는 Renishaw plc 또는 그 자회사의 상표입니다. 다른 브랜드, 제품 또는 회사 이름은 해당 소유주의 상표입니다. Renishaw plc. 영국과 웨일즈에 등록됨. 기업 번호: 1106260.
등록된 사무소: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK.
본 문서의 공개 당시 문서의 정확성을 확인하기 위해 최선의 노력을 기울였지만, 발생하는 모든 보증, 조건, 진술 및 책임은 법률이 허용하는 한도에서 제외됩니다.

품목 번호: H-8014-9081-04-A