

## 애플리케이션 노트: FORTIS™ 밀폐형 리니어 엔코더 적용으로 공작 기계 총 유지 비용 절감

### 공작 기계 사양, 사용 및 유지보수 관련 고려사항

‘밀폐형 리니어 엔코더’ 또는 ‘리니어 스케일’ 로도 알려진 밀폐형 리니어 엔코더를 채택하는 것이 고정밀 공작 기계를 특정할 때 핵심적인 고려사항으로 널리 받아들여지고 있습니다. 설계 개선, 온도 제어 및 오차 매핑과 같은 오차 경감 기법을 고려해볼 때 리니어 엔코더를 채택하면 가공 정확도, 반복정도 및 표면 마감도가 더욱 개선됩니다. 또한 일부 기계 설계 사양으로 리니어 엔코더를 채택하면 다른 독자적 보상 시스템을 사용하지 않고도 온도 변동 및 볼 나사 마모의 영향을 상당히 낮출 수 있습니다. 기본적인 기계 설계 및 통합형 보조 시스템과 관계없이, 리니어 축용 리니어 엔코더를 적용해도 불량한 기계의 성능을 높일 수는 없지만 양호한 기계의 성능은 확실히 개선됩니다.

점점 더 높은 성능의 기계에 대한 수요가 증가함에 따라 풀 클로즈 위치제어 시스템이 제공하는 이점과 리니어 엔코더를 통해 전달되는 직접적인 피드백에 대한 관심도 증가하고 있습니다.

## FORTiS 밀폐형 리니어 엔코더를 선택해야 하는 이유

수십 년 동안 교정, 프로빙, 공구 세팅, 계측 및 좌표 측정 분야에서 Renishaw 브랜드는 공작 기계 제조업체들과 산업 분야 사용자들로부터 인정받고 있습니다.

Renishaw는 또한 현대 광학 기술을 기반으로 한 다양한 개방형 엔코더 제품군도 개발하고 있습니다. 업계에서 입증된 이러한 엔코더는 광범위한 산업 분야에 걸쳐 정밀 계측 및 모션 제어 용도로 사용됩니다.

공작 기계, 계측, 위치 측정 및 모션 제어 분야에서 다년간 축적된 Renishaw 기술력이 기존의 밀폐형 옵티컬 엔코더보다 확실한 이점을 제공하는 새롭고 혁신적인 밀폐형 리니어 엔코더 개발에 적용되었습니다.

열악한 작업 환경에 사용되는 밀폐형 리니어 엔코더는 오랜 세월 사용되어 왔으며, 장착구 배치, 인클로저 크기, 그리고 스케일 상에 판독 헤드 가이드로 제공되는 내부 메커니즘과 같은 공통 설계 기능 세트를 따릅니다. FORTiS™ 엔코더 시리즈는 기존 폼 팩터와 볼트구 배열을 사용하지만 혁신적인 비접촉식 기계 설계의 장점도 제공합니다.



FORTiS-N 판독 헤드



FORTiS-S 판독 헤드



## FORTiS 엔코더의 특이점

기계엔 엔코더를 설치하는 데 필요한 시간과 노력을 최대한 줄일 필요가 있습니다. FORTiS 엔코더는 다른 밀폐형 옵티컬 엔코더의 전통적인 설계들과 호환됩니다. 측정 길이도 기존 기계 설계와 일치하며 FORTiS-S™(표준) 모델은 140 mm ~ 4,240 mm 범위이고, 공간 절약형 FORTiS-N™(슬림형) 모델은 70 mm ~ 2,040 mm 범위입니다. 이러한 엔코더는 가장 널리 사용되는 컨트롤러 통신 프로토콜과 50 nm ~ 0.5 nm의 분해능 옵션으로 사용할 수 있습니다. 다중 판독 헤드 시스템과 다양한 기능 안전 버전도 지원합니다.

그런데 FORTiS 엔코더 시스템의 내부 구조에는 기존의 밀폐형 엔코더 설계와는 확연히 다른 혁신적인 새로운 기능이 다수 포함되어 있습니다.

유리 대신 더 견고하며 열팽창 계수(CTE)가  $10.1 \pm 0.2 \mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$ 로 대부분의 기계에 사용되는 모재의 CTE와 비슷한 강도의 견고한 스테인리스 강철로 스케일을 제작했습니다. CTE 값이 일치하면 측정 확실도를 높이는 동시에 열 영향으로 인한 오차를 줄이는 데 도움이 됩니다.

10 nm RMS 미만의 낮은 위치 노이즈(지터),  $\pm 40 \text{ nm}$ 에 불과한 보간 오차(SDE, 눈금 간격 내 오차) 덕분에 뛰어난 정확도의 엔코더 피드백이 제공되어, 더 원활한 속도 제어와 위치 안정성이 보장됩니다.

그림 1에 보여진 것처럼 단일 트랙 미세 피치(30  $\mu\text{m}$ ) 옵티컬 스케일은 밀폐형 판독 헤드에 내장된 소형 초고속 디지털 카메라로 판독하여 이물 내성이 개선됩니다. 어떠한 접촉도 없이 판독 헤드가 스케일 위를 이동하므로 섬세한 롤러 베어링과 스프링이 장착된 접촉 유도 메커니즘을 사용하는 기존 엔코더 설계와 비교해 상당한 이점을 제공합니다.

내부에서 이동하거나 미끄러지는 부품을 제거하면 마모가 발생하지 않고, 스케일 파손 위험이 최소화되며 신뢰성이 향상되어 시스템 수명이 길어집니다.

더 나아가 기계적 접촉 설계와 연관된 히스테리시스와 백래시 오차가 감소해(그림 2 참조) 공작물 표면 마감도와 형태가 개선됩니다.

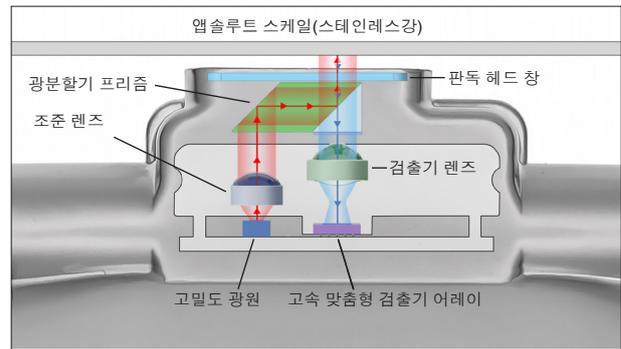


그림 1. FORTiS 엔코더 판독 헤드 옵틱 기법.

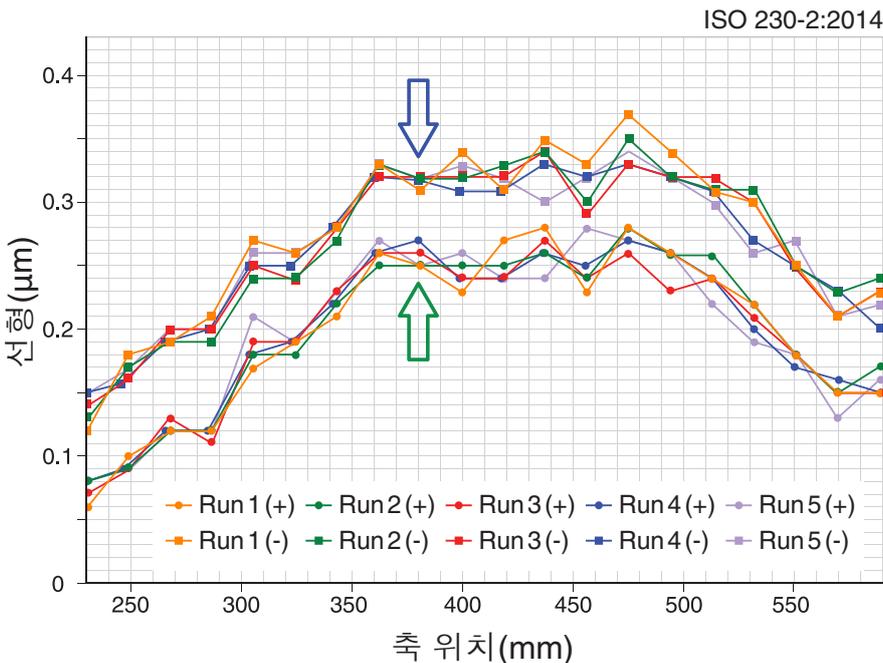


그림 2. FORTiS 엔코더 히스테리시스 오차는 5번의 실험 실행 후 양(전진) 및 음(후진) 방향으로 나타납니다.

## 획기적인 판독 헤드 설계

Renishaw 엔지니어들이 가장 집중한 점은 밀폐형 리니어 엔코더에 진동이 미치는 영향이었습니다. 기존의 접촉식 엔코더는 특히 거친 재료의 가공, 간헐적 절삭, 점진적 기계 마모 등과 같은 특정 조건에서 진동 효과에 취약한 것으로 알려져 있습니다. FORTIS-S 및 FORTIS-N 모델 모두의 비접촉식 판독 헤드는 튜닝된 매스 댐핑 기술을 적용하여 동급 최고의 내진동성을 제공합니다. 엔코더의 공진 주파수에서 장시간 30g을 초과하여 실시한 테스트에서도, 두 FORTIS 엔코더 모델은 동일하게 강력한 측정 성능을 달성하고 동일하게 열악한 조건에 내성을 보였습니다. 또한 드물게 엔코더 하우징이 침수되는 경우에도 그림 3의 밀폐형 판독 헤드 본체는 엔코더의 침수를 방지하며, 현장 청소가 가능하여 '기계 가동중단' 상황에서 신속하게 복구할 수 있습니다.

## 편리한 형태와 호환성

두 가지 FORTIS 모델 모두 다른 대체 브랜드의 밀폐형 리니어 엔코더와 호환되는 볼트 구멍이 있어 설계 변경을 최소화할 수 있습니다.

FORTIS-S™ 표준 폭



FORTIS-N™ 좁은 폭



그림 3. 비접촉식 판독 헤드 방향을 보여주는 FORTIS-S 및 FORTIS-N 인클로저 관통 수직 단면



그림 4a. FORTIS-N 엔코더 측면도.

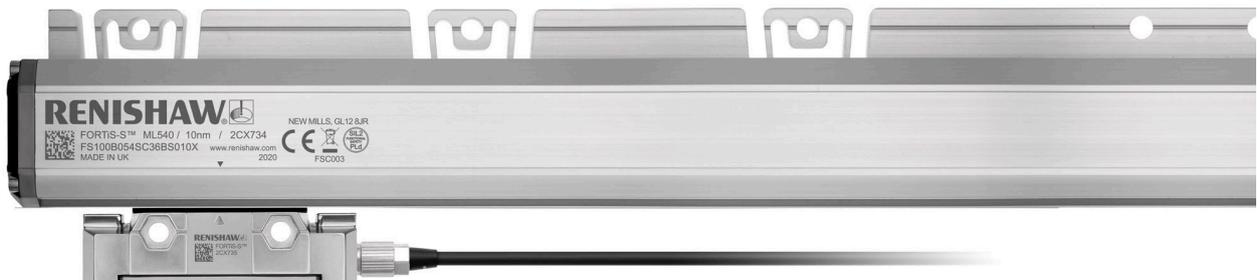


그림 4b. FORTIS-S 엔코더 측면도.

## 보다 쉽고 빠른 설치

기계에 엔코더를 설치하는 데 필요한 시간과 노력을 최대한 줄여야만 합니다. 기존의 밀폐형 엔코더와 달리 FORTiS 엔코더는 설치 과정에서 다이얼 게이지와 주변 진단 장비에 의존하지 않습니다. 특히 받은 Renishaw 셋업 LED와 정교하게 설계된 설치 액세스리를 이용하면 직관적인 절차에 따라 공간이 제한된 장소에서도 다른 일반 접촉식 엔코더 시스템보다 최대 90% 빠른 속도로 단번에 설치가 가능합니다. FORTiS 설계의 주요 장점은 셋업 LED를 통해 신호 강도를 보여주는 것으로, 최대 신호 강도를 보여주는 파란색 LED를 통해 축이 이동하는 동안 엔코더 본체와 판독 헤드의 정확한 정렬도 확인할 수 있습니다.

공작 기계 제조업체에게 이렇게 단순한 설치 방법은 이제 조립 작업자가 리니어 엔코더를 설치하여 공장의 생산 흐름을 개선하여 고도로 숙련된 기술자들을 다른 작업에 투입할 수 있다는 것을 의미합니다.

체계적인 유지보수 프로그램의 일환으로 엔코더를 교체하든, '기계 가동중단' 상황에서 긴급 수리를 진행하든, 정비 및 수리 담당 기술자의 경우에도 마찬가지입니다. 최종 사용자도 가동중단으로 발생하는 비용을 크게 감축할 수 있습니다.

FORTiS 리니어 엔코더는 또한 다른 브랜드의 엔코더들과 호환되므로 유지보수 및 현장 수리 시 대체품으로 사용할 수 있습니다.

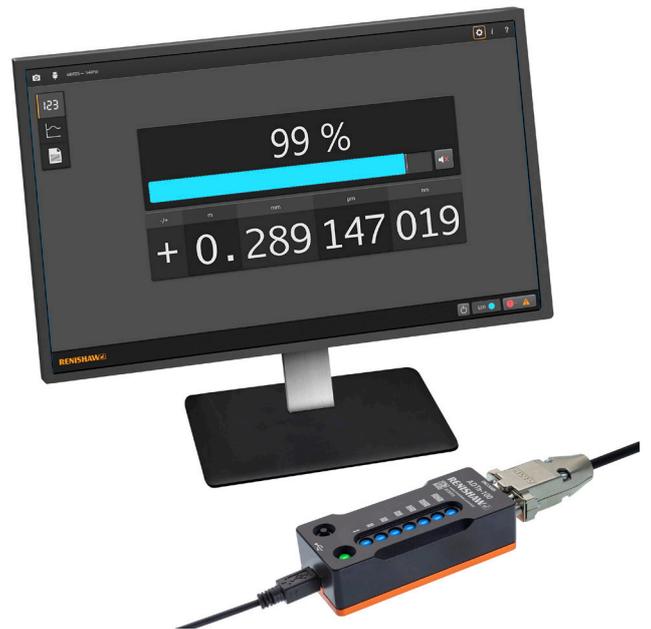
향상된 기능을 위해 설치 관리자는 표준 USB 커넥터를 통해 고급형 진단 도구, ADTa-100을 Renishaw의 ADT View 소프트웨어가 설치된 PC에 연결할 수 있습니다. 이를 통해 고급 진단 정보를 사용자 친화적인 그래픽 인터페이스에서 확인할 수 있으며, 여기에는 축 위치에 따른 신호세기와 같은 주요 엔코더 성능 매개변수를 볼 수 있습니다. 설치 데이터 기록을 영구적으로 저장할 수 있어 공작 기계 제조업체와 최종 사용자, 유지보수 기술자들이 모두 안전한 설치 여부를 확인할 수 있습니다.



그림 5. 설치 액세스리 견본(FORTiS-S 모델의 경우)



그림 6. ADT View 소프트웨어 인터페이스



## 에너지 소비량 및 운용 비용 감축

Renishaw는 가장 열악한 조건에서 5년 동안 시뮬레이션한 가속 수명 테스트를 통해 첨단 DuraSeal™ 립 씰을 개발하고 개선했습니다. 마모 및 공작 기계 운항제에 대한 내성이 뛰어나고 밀폐력이 탁월할 뿐 아니라 공기 퍼지를 함께 사용할 경우 최대 IP64까지 유입 보호 기능을 제공합니다. 이 씰 설계는 기계 가동 시간을 증가시킬 뿐만 아니라 공기 퍼지 시스템의 공기 누출을 최대 70%까지 낮춰서 운용 비용과 탄소 배출량을 줄이고 수명은 연장시킵니다.

DuraSeal 립 씰의 수명 마모 테스트는 대상 접촉면에 미세한 철 조각과 탄화물 입자를 의도적으로 첨가하여 최대 마모에 노출시키는 방식으로 진행했습니다. 1400만 주기를 진행한 후에도 립 씰의 마모도는 경미한 수준에 그치고 성능에도 전혀 문제가 없는 것으로 나타나 극도로 강력한 연마제에 엔코더가 노출되는 그라인딩과 같은 분야에서 장기간 사용하기에 적합하다는 것이 입증되었습니다.

이러한 설계 혁신을 통해 FORTiS 밀폐형 리니어 엔코더 제품군은 공작 기계 제조업체, 고객 및 기계를 유지보수하는 기술자에게 기계 성능과 작동에 있어 주요한 기술적, 상업적 이점을 제공합니다.

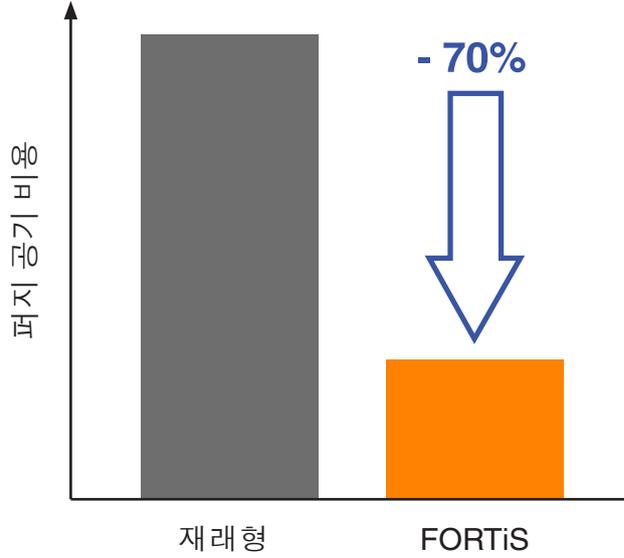


그림 7. FORTiS 엔코더와 기존 밀폐형 엔코더 사이 퍼지 공기 비용 비교.



[www.renishaw.co.kr/fortis](http://www.renishaw.co.kr/fortis)



#renishaw

+82 (0)2 2108 2830

korea@renishaw.com

© 2024 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 등록 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: PD-6517-9055-01-B