

# ZF, Equator™ 측정 시스템으로 생산성을 대폭 개선



**고객사:**  
ZF Marine

**산업:**  
해양 및 선박 작업

**과제:**  
하나의 시스템으로 모든 측정 작업을 수행하여 측정 역량 증가.

**솔루션:**  
Equator 플렉서블 측정 시스템을 사용한 빠른 공정 제어

선박 추진 시스템용 펌프 제조업체인 이탈리아 Padua의 ZF Marine은 더 뛰어난 측정 기능을 갖춘 더 빠른 공정 제어가 필요했습니다. ZF의 품질 관리자인 Gerardo Matterazzo는 다음과 같이 설명합니다. "

우리는 시간을 절약할 수 있다는 것을 깨달았지만, 적절한 도구를 찾아야 했습니다. Renishaw의 Equator 공정 제어 시스템을 통해 정교하고 정밀하며, 대단히 범용성이 높으면서도 사용하기 쉬운 측정 기계를 찾았습니다. 일련의 테스트를 실시했으며 현재는 Equator가 셀 5에서 측정의 핵심을 담당하고 있죠."

상업용, 레저용 또는 군사용 등 용도와 상관없이, 선박은 수세기 동안 가장 인기 있고 범용성이 높은 운송 수단이었기 때문에 해상 운송 시스템에서 기본으로 요구하는 요소는 안전성과 신뢰성, 효율성입니다. ZF Marine은 모든 유형의 선박을 위한 완벽한 추진 시스템을 전문적으로 설계하고 개발하는 글로벌 기업으로서 고품질의 혁신적인 제품을 보장합니다.

회사는 시장에서 요구하는 기술적으로 진보된 높은 성능의 제품을 생산하기 위해 효율에 중점을 둔 작업 셀로 생산을 개편했습니다. 이러한 일환으로 셀 5를 펌프에 집중하고, 품질 관리의 성과와 속도를 개선하기 위한 프로젝트를 개시했습니다.

Renishaw의 Equator 공정 제어 시스템을 통해 정교하고 정밀하며, 대단히 범용성이 높으면서도 사용하기 쉬운 측정 기계를 찾았습니다. 일련의 테스트를 실시했으며 현재는 Equator가 측정의 핵심을 담당하고 있습니다.

## 생산 효율성 향상

ZF의 문제는 측정실이 생산 제한 요인이 될 수 있다는 것으로, 생산량을 지속적으로 모니터링해야 하는 많은 제조 기업들이 이 문제에 직면할 수 있습니다. 공장 현장에서 직접 Equator 시스템을 사용하면 측정실의 병목 현상을 우회하여 측정실로의 운반 시간을 피하고 부품 검사에 소요되는 시간을 단축할 수 있습니다.

Matterazzo 씨는 추가로 설명합니다. "공작 기계를 제공한 공급업체와 이야기를 나누며 이 문제를 조사한 결과, '기계 거미' 라고 부르는 Equator 게이지가 당사의 요구에 딱 맞는 솔루션이라는 결론에 도달했습니다. Equator 측정 시스템을 사용하면 하나의 장치에서 디자인이 매우 다른 부품에 대해서도 필요한 모든 프로파일과 치수를 생산 단계에서 직접 측정할 수 있어 매우 정밀한 방식으로 생산을 제어할 수 있습니다. 기존의 게이지를 사용하면 특정한 치수를 확인할 수 있지만 하나의 시스템에서 모든 치수를 확인할 수는 없습니다.

Equator 게이지의 유연성과 구성 기능 덕분에 기존 게이지로는 측정할 수 없는 숨겨진 치수를 포함하여 모든 특징을 평가하기 위한 일련의 스캔을 수행할 수 있습니다. 또한 동심도와 평면도와 같이 저희에게 중요한 다른 요소도 측정할 수 있죠.”

## 핵심인 비교 측정 기능

Equator 측정 시스템은 기존의 절대 측정기가 아니며, 마스터 부품과의 비교 측정을 통해 부품을 측정합니다. 이것이 생산과 공정 제어에 큰 이점을 제공하는 이유가 무엇일까요? 대부분의 경우 측정실과 작업장 간에 온도 차이가 있으며, 이러한 온도차는 생산 단계에서 입고되는 부품의 측정에 필연적으로 영향을 미칩니다. 기존 측정기를 작업장으로 가져온다고 해도, 작업장의 온도가 급변하면서 특성상 주변 조건에 도달하는데 너무 오랜 시간이 걸립니다. 문제는 이뿐만이 아닙니다. 열 변형은 순차적으로 일어나는 현상이 아니며, 모양과 크기에 따라 달라지기 때문에 측정 결과를 신뢰할 수 없습니다. 따라서 기존 측정기는 대기가 관리되는 계측실에 두는 것이 좋습니다.

그러나 Equator 시스템의 측정 공정은 생산 부품과 지정된 마스터 부품을 비교하는 기존 측정 원칙을 발전시켜 온도 변화로 인한 차이를 제거합니다. 마스터 부품은 정확히 동일한 재료와 동일한 방법으로 생산되도록 보장하기 위해 생산 공정에서 가져오며 항상 동일한 주변 조건에 노출되도록 생산 환경에서 보관합니다. Equator 게이지의 혁신적이고 반복도가 높은 기술은 군더더기가 없지만 견고한 구조와 병렬 운동학적 메커니즘을 갖추고 있어 게이지는 측정기보다 온도에 훨씬 덜 취약하며, 비교되는 부품과 유사한 응답을 보여줍니다.

품질 관리자인 Gerardo Matterazzo는 “측정은 측정실의 CMM에서 유효한 마스터 부품을 캘리브레이션하는 것으로 시작됩니다.” 라고 설명합니다. “캘리브레이션된 마스터 부품은 생산 환경으로 옮겨져 환경에 적응하면서 열 변형을 겪습니다. 이러한 마스터 부품은 공정의 영점을 맞추기 위해 Equator 시스템으로 측정됩니다. 동일한 프로그램을 사용하여 후속 부품을 마스터 부품의 치수와 비교하여 검사합니다. 이렇게 하여 마스터 부품과의 편차를 감지할 수 있으며, CMM에서 캘리브레이션된 값을 고려하여 측정된 부품이 설계 사양과 어떻게 다른지 확인할 수 있습니다.”

## 조건 변화 시 리마스터링

“저희는 생산 조건이 시간에 따라 달라진다는 점을 고려하여 측정 간 편차가 1% 미만인 되도록 약 2시간의 최적 리마스터링 간격을 발견했습니다. 참조 부품을 리마스터링하는 데는 생산 부품을 측정하는 것과 동일한 시간이 소요되므로 전체 공정 시간에 거의 영향을 미치지 않습니다.”라고 Matterazzo 씨는 덧붙입니다.



ZF Marine 부품을 측정하는 Equator

따라서 신속한 리마스터링 공정은 열 효과를 거의 즉시 보상하여 통제된 온도에서 계측실에서 얻을 수 있는 것과 유사한 데이터를 반환합니다. 어떤 이유로 공정이 서서히 이탈하더라도 Equator 게이지는 생산 시간에 영향을 주지 않는 변화하는 조건에 대처하는 자체적인 방법을 통해 지속적인 공정 제어를 제공합니다.

그러나 이것이 다가 아닙니다. 이 게이지는 단일 부품 공정 제어 외에도 다른 부품을 측정하는 단계로 빠르게 전환하거나 기존 부품의 설계 변경에 대응하기 위해 측정 프로그램을 신속하게 변경할 수 있습니다. 또한 Equator 게이지의 측정 결과를 사용하여 공작 기계의 공구 오프셋을 변경하고, 루프를 닫아서 공정을 자동으로 제어할 수 있습니다.

## 현장에서의 손쉬운 운영

현장 작업자의 경우 Equator 측정 시스템은 매우 직관적이어서 측정실에서 특별한 교육이나 경험이 필요하지 않습니다. 비교 결과는 Process Monitor 화면에 그래프와 숫자 표 등 다양한 방식으로 표시되며, 이곳에서 관심 있는 부품의 특징을 선택하여 각 특징의 허용 오차 비율로 측정 결과를 표시하는 클래식 컬러 막대 차트와 함께 확인할 수 있습니다. ZF의 생산 담당자는 “Equator 시스템의 현장 운영에 대한 빠른 교육을 통해 이제는 마스터 부품을 활용한 시스템 영점 조정부터 측정 결과 해석까지 모든 기능을 사용할 수 있습니다.”라고 말합니다.



Equator에서 부품을 측정하는 작업자.

## 정기적인 검교정이 필요 없으며 유지보수 비용이 감소

Matterazzo 씨는 다음과 같이 또 다른 중요한 요소를 언급합니다. “장점은 이게 다가 아닙니다. 매번 마스터를 수행하는 것이 검교정을 하는 것과 같이 정기적인 캘리브레이션이 필요하지 않으므로, 직접 비용(캘리브레이션 비용)은 물론 가동 중단이라는 간접 비용도 절감할 수 있습니다. Renishaw가 즉각적인 지원을 제공할 수 있기 때문에 유지보수를 위해 가동을 중단할 필요가 없습니다. 이 전략은 비용 문제뿐만 아니라 실제 생산의 요구 사항을 충족하며 대단히 중요합니다.”

Equator 게이지는 ZF Marine의 향후 계획에서 중요한 역할을 할 것입니다. Equator 게이지는 가능한 효율성을 최대한 활용하기 위해 셀 5의 중앙으로 재배치될 것이며, ZF는 생산 단계에 Equator 시스템을 활용하면 좋을 다른 부분을 검토할 것입니다. 또한 ZF는 Renishaw가 제공하는 또 다른 서비스로 기존 공작 기계에 들어가는 접촉식 프로브를 개조할 계획입니다.

## 배경

Equator의 메커니즘은 "병렬 동역학"이라는 원리를 기반으로 하기 때문에 측정기와 공작 기계 모두에 사용되는 기존의 데카르트 구조물에 비해 반복정도를 높이고 관성력과 에너지 소비량을 줄여줍니다.

3개의 직교 XYZ 축을 가진 데카르트 구조물은 정밀한 배치에 필요한 강도를 보장하기 위해 일반적으로 무겁습니다. 그러나 이 거대한 구조는 하중으로 인해 응답이 지연되어 구조가 뒤틀릴 수 있습니다. 뿐만 아니라 축의 질량으로 인해 운동 속도가 너무 빠를 수 없으며, 상당한 관성력으로 인해 동일한 가속에 더 많은 힘이 필요하기 때문에 이동 속도가 실질적으로 제한됩니다. 이러한 관성력은 작은 편향과 이로 인한 변위를 발생시켜 미미하더라도 측정에 오류를 일으킬 수 있습니다.

이와 달리 Equator의 구조는 상단 구조물에 있는 후크 조인트에 3개의 선형 구동 샤프트가 장착되어 있습니다. 각 샤프트의 다른 쪽 끝은 프로브의 플랫폼에 직접 연결되므로 센서가 이를 움직이는 축에 가깝습니다. 모터는 샤프트가 순수한 인장과 압축 상태를 유지할 수 있도록 도와주는 조인트로 샤프트를 제자리로 구동해 구부러짐 문제를 해소합니다. 리니어 엔코더는 이동식 구동 샤프트에 장착되어 구동력이 가해지는 것과 동일한 위치에 위치 피드백이 제공됩니다. 이러한 모든 요소가 결합되어 감지되지 않는 움직임을 제거합니다. P, Q 및 R 축이라고 하는 3개의 리니어 샤프트는 독특한 방향으로 장착되지만 모든 이동 명령(기존 X, Y 및 Z 좌표 기준)은 백그라운드에서 실행되는 수학 알고리즘에 의해 변환됩니다.



Matterazzo 씨와 ZF Marine의 Equator 시스템

자세한 정보는 [www.renishaw.com/zfmarine](http://www.renishaw.com/zfmarine)에서 확인할 수 있습니다

**Renishaw Korea Ltd**  
서울시 구로구 디지털로 33길 28  
우림이비즈센터1차 1314호

전화 +82 2 2108 2830  
팩스 +82 2 2108 2835  
전자 메일 [korea@renishaw.com](mailto:korea@renishaw.com)  
[www.renishaw.com](http://www.renishaw.com)

연락처 정보는 [www.renishaw.com/contact](http://www.renishaw.com/contact) 를 참조하십시오.

레니쇼(Renishaw)는 출판일 당시의 본 문서의 정확성에 최선을 다했지만, 그에 대한 보증이나, 향후 어떠한 방식으로든 발생할 수 있는 오류에 대한 책임을 지지 않습니다. RENISHAW는 어떠한 상황에서도 본 안내서의 부정확성에 대하여 어떠한 책임도 지지 않습니다.

© 2024 Renishaw plc. All rights reserved.  
Renishaw는 예고 없이 사양을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다. RENISHAW 로고에 사용된 RENISHAW와 프로브 엠블럼은 영국과 기타 국가에서 Renishaw plc의 등록 상표입니다. apply innovation과 레니쇼 제품 및 기술에 적용된 명칭은 Renishaw plc 및 지사의 등록 상표입니다. 이 문서에 사용된 모든 상표 이름과 제품 이름은 해당 소유주의 상호, 상표 또는 등록 상표입니다.

부품 번호: H-5650-1237-01-A  
발행일: 06.2024