

스트레인 게이지 공작 기계 프로브에는 5축 항공우주 부품의 측정에 적합합니다.

인디애나주 셀비빌 소재 **Triumph** 제조 설비에서 생산된 부품에서는 평평한 표면과 직선을 찾아보기가 어려운데, 이와 같은 이유 때문에 회사에서는 고정밀 측정 장치 중 하나인 **Renishaw RMP600**를 스트레인 게이지 기반 공작 기계 프로브로 업그레이드했습니다.

항공우주 인장 성형 제품을 전문 취급하는 **Triumph** 사에서는 포물선, 복심 곡선 또는 원뿔 형태가 아닌 부품이나 형상을 거의 찾아볼 수 없습니다. 여전히 공작 기계에 사용되는 이러한 부품에 대한 가공 작업의 신속한 정밀 측정은 회사의 **CAD/CAM** 부서에서 개발하여 린 제조가 용이하도록 개선한 핵심 기술입니다. 그러나 여기에는 작은 구멍 직경, 굴곡, 형상 공차 등을 높은 정확도로 연속적으로 측정하는 데 필요한 정밀 “로빙”이 지원되는 **RMP600** 스트레인 게이지 프로브가 사용됩니다. 로빙(즉, 진정한 3차원 트리거링 특성)이 없고 반복정도가 $0.25 \mu\text{m}$ (0.00001) 인 스트레인 게이지 프로브는 1회 캘리브레이션 루틴 후 어떤 방향의 트리거에서도 높은 정확도를 제공합니다.

RMP600을 **Renishaw**의 **OMV Pro** 소프트웨어와 함께 사용하면 회사의 **Zimmerman CNC** 5축 포털 밀 장비에 지원되며 **CMM**과 같은 기능이 제공되므로, 복잡한 부품을 기계에서 이동없이 측정 할 수 있어 다른 장치에서 재확인 시 일반적으로 0.025 mm (0.001 인치) 이내의 측정 결과를 얻을 수 있습니다. 따라서 실제 **CMM**에서의 오프라인 작업 점검이 필요치 않아 회사는 고가의 부품을 옮기고 다시 장착하는 데 따른 많은 시간의 생산 지연, 잠재적인 손상, 정확도 문제 등을 방지할 수 있습니다.

Triumph 제조 설비의 핵심 역량은 항공우주 산업용 판금, 돌출, 롤링 형상 및 라이트 플레이트 금속의 인장 성형에 있습니다. 회사의 프레스 용량은 10톤에서 750톤까지 다양하며 **Cyril Bath** 프레스에 부착된 150 톤 및 400톤의 불도저를 사용하여 리버스 폼을 인장 성형할 수 있습니다. 회사는 또한 복잡한 단일 면과 다양한 금속으로 이루어진 다중 면을 지원하는 독자적인 인장 성형 역량도 갖추고 있습니다.

이러한 성형된 부품의 형상을 만들고 성형품 자체를 제작하기 위해 다양한 유형의 CNC 공작 기계가 사용됩니다. **Catia V4/V5**,



특히 기술인 **RENGAGE**를 사용하면 1회의 캘리브레이션으로 어느 방향에서도 프로빙이 가능합니다. 부품의 프로파일에 주목하십시오. 프로빙 루틴은 **Siemens 840D CNC**에서 실행되는 **OMV Pro** 소프트웨어에서 오프라인으로 프로그램되며 PC에서 오프라인으로 결과가 평가됩니다.

Vericut 7.0, **Renishaw OMV Pro**, **AutoCAD**, **Inventor** 및 기타 데스크톱 엔지니어링 도구를 구비한 **CAD/CAM** 부서에서 이 작업을 업스트림, 다운스트림 방식으로 지원합니다.

CAD/CAM 부서 매니저 **Gary Medlock**은 사이클 시간을 단축하고 재작업을 방지할 뿐 아니라 부품의 여러 고정물에서 점차 변형을 일으킬 수 있는 오차를 줄이려는 회사의 목표 달성을 위해 기계내에서 프로빙 (on-machine probing)이 필수라고 말하면서, “우리는 **CMM**으로 부품을 옮기기보다는 절삭 즉시 측정하기를 원한다”고 덧붙입니다. “이러한 고가치 부품으로 시작하여 **Zimmerman**에서 매 작업마다 가치를 더하고 있습니다. 리딩 에지용 성형 다이와 같은 부품에서(사진 참조) 현재 우리의 방식으로는 부품을 떼어내고 측정한 후 다시 설정하느라 거의 하루를 잃어버리게 됩니다. 부품을 완전히 마무리한 후 검사하는 등 재작업이 필요하지 않기를 바랍니다. 공정 중 측정으로 각 작업 단계에서 사양이 충족되도록 지원해주기 때문에, 이후 부품에 가치를 더하는 작업에서 문제가 발생하지 않습니다.”

일반적으로 Zimmerman 밀에서 처리된 부품은 0.635 mm (0.025인치) ~ 3.18 mm (0.125인치) 두께의 성형 판금으로, 가공된 구멍과 컷아웃을 필요로 합니다. 이러한 부품은 진공 장착됩니다. 항공기 분야의 통상적인 크기인 2.5 mm(0.098인치) ~ 9.5 mm(0.375인치)의 구멍을 뚫고 리머 가공하는데, 이 때 정확도는 0.05 mm (0.002인치) 이고 실제 위치 공차는 0.30 mm (0.012인치) ~ 0.71 mm (0.028인치)입니다. Medlock”

“우리는 1 mm (0.039인치) 텡스텐 또는 스테인리스 강철 스타일러스, 50 mm(1.97인치) 연장 및 이중 접촉식 프로빙 방법을 사용하여 RMP600 프로브로 구멍 크기와 실제 위치를 측정한다”고 설명합니다.

“우리는 구멍 깊숙히 도달할 수가 있는 기능을 가진 텡스텐 볼을 선호합니다. 방향에 주의를 기울이면 이 볼로 무엇이든 측정이 가능합니다. RMP600의 50 mm 확장 연결 부품은 정확도 손실을 일으키지 않으며 프로브가 공작물에서 멀리 떨어지도록 유지하므로 파손 가능성이 최소화되고 충돌 시 교체 비용이 저렴합니다. 소프트웨어에서 사용하는 것과 동일한 속도로 캘리브레이션했기 때문에 우리는 이중 접촉식 프로빙을 사용합니다. 따라서 타이밍과 각도가 모두 설정되어 있습니다.”

기계적 교정은 Triumph가 우수한 프로빙 결과를 얻고 그 결과에 확신을 가질 수 있는 중요한 요소 중 하나입니다. Medlock은 “심하게 파손된 부분이 없다면 레이저와 볼바로 1년에 한 번 기계를 캘리브레이션한다”고 말합니다.

“또한 기계에 1주일에 한번 캘리브레이션하는 작은 데이텀 볼이 있는데, 알려진 각도로 기계를 회전시키고 프로브로 해당 데이텀 볼을 접촉합니다. 이러한 결과가 2년 전 데이터와 함께 히스토그램에 나타나므로 쉽게 추세 파악이 가능합니다. 또한 QC 프로그램 구성 요소에 대한 변동이 있을 때마다 프로빙하는 원뿔, 구, 슬롯 및 기타 피처를 갖는 추적 가능한 인공물이 있습니다.”

Triumph에는 2개의 Zimmerman 포털 밀 장비가 있습니다. 2008년에 제조된 신형 FZ-30 모델에 Siemens 840D CNC이 장착되어 있습니다. 이 특수한 기계는 6 x 2.8 x 1.5 m(236 x 110 x 59 인치) X-Y-Z 리니어 축 범위, 110° A축 및 360° Z축을 가집니다. 해당 스피드들이 최대 40 kW의 전력, 48 nm 토크를 생성하며 최대 속도는 25,000 rpm입니다. 공장 자체에 기후 조절 기능이 있습니다.

“이 기계는 체적정확도가 0.1 mm(0.004인치)이며, 사용상의 문제가 없는 대형 공작 기계인 경우 이 수치는 일반적인 CMM 정확도에 비할 만하다”고 Medlock은 설명합니다.

“프로브가 없을 때의 대안은 부품을 CMM 작업실로 가져와서 측정 후 돌려보내 다시 설정하는 것입니다. 각 셋업이 처음과 동일하게 유지될 수 있도록 점검 훔 또는 기타 피처를



프로브는 구멍의 크기와 각정도를 측정합니다. Triumph에서는 1 mm 텡스텐 스타일러스를 사용하여 2.5 mm(0.098인치) 크기의 작은 구멍을 측정합니다.

추가해야 합니다. 즉, 전체 검사 사이클이 완료될 때까지 하루 종일 기다려야 할 뿐 아니라 부품에 더 많은 비용이 소요됩니다.

이러한 지연과 새로운 셋업 시마다 발생하는 불확실성은 린 공정에서는 허용되지 않습니다. 평균적으로 우리의 프로빙 사이클은 가공 사이클과 거의 동일하지만 이는 매우 개략적인 평균으로, 일부 부품은 피처 수에 따라 훨씬 더 빠르게 검사됩니다. 가령 구멍을 프로빙할 때 매번 평균 약 8초가 소요됩니다.”

Triumph의 성공을 위한 다른 핵심 요소는 모델과 형상의 프로그래밍입니다. Medlock은 “올바른 가동을 위해서는 모든 피처에 부품에 있어야 한다”고 강조합니다. “보통은, 오프라인에서 프로빙 프로그램을 만들기 위해 OMV Pro 소프트웨어로 가져오는 STEP 파일부터 시작합니다. 소프트웨어는 충돌 검출을 위해 프로빙 루틴을 시뮬레이션하며 필요한 각도의 수동 입력 없이 적절한 측정 위치로 프로브를 자동 회전시킬 수 있는 ‘자동 회전’ 기능을 포함합니다. 피처는 다양한 방법으로 측정할 수 있습니다. 예를 들어 구멍은 원이나 원통으로 측정될 수 있습니다.”

프로빙 프로그램은 CNC에서 실행되어 측정 데이터를 수집하며, 이 데이터는 CMM형 알고리즘을 사용해서 OMV 소프트웨어에서 오프라인으로 평가됩니다. 소프트웨어는 측정 데이터를 맵/모델 파일과 비교하고 그래픽 및 숫자 보고서를 생성합니다. 또한 공칭값 대비 편차를 보고하고 범위를 보여주는 그래프를 그립니다.

OMV 소프트웨어의 GD&T 마법사를 사용하여 프로그래머는 국제적으로 인정한 기호를 기반으로 한 표준화된 보고서 요소를 쉽게 생성하여 기계에서 얻은 측정 결과를 제조 도면과 비교할 수 있습니다. Medlock은 “현재 직각도, 각정도, 표면 프로파일 및 실제 위치를 사용한다”고 덧붙입니다.

기존 공작 기계 프로브와 달리 스트레인 게이지 기반의 RMP600은 각 벡터에 대해 캘리브레이션 할 필요가 없으므로 5축 환경에서 사이클 시간이 상당히 절감됩니다. Medlock은 “5축 분야이므로 모든 벡터로부터 측정을 수행한다”고 설명합니다. “RMP600의 스트레인 게이지 트리거링 시스템 덕분에 스트레인 게이지 방향에 관계 없이 양호한 측정값(동일한 측정값)을 얻을 수 있습니다. 이는 5축 분야에서 완벽하게 수행됩니다. 5축 작업을 수행할 때는 프로브가 약간 이상한 방향으로 사용되며 볼이 유용한 방향에서 접촉될 수 있습니다. RMP600으로 무엇인가를 측정할 때는 재측정이 필요할 경우 동일한 판독값을 얻게 됩니다. RMP600의 뛰어난 기능 중, 1 mm 스트레인 게이지로 최대 0.098 인치의 작은 구멍 직경까지 측정할 수 있다는 점을 입증했습니다.”

특히 기술인 RENGAGE™ 감지 메커니즘이 기존의 모든 공작 기계 프로브의 본질적인 오류인 로빙을 제거한다는 점에서 RMP600은 기존 공작 기계 프로브와는 기본적으로 다릅니다. 로빙이 과도하여 측정 정확도에 영향을 미칠 정도로 큰 경우 사용자는 각 측정 벡터를 따라 프로브를 캘리브레이션하는 방식으로 보정해야 합니다. 이 경우 복잡한 캘리브레이션 사이클과 수많은 프로브 오프셋 측정이 필요합니다.

RMP600을 사용하면 이 작업이 필요하지 않습니다. 스트레인 게이지는 스트레인 게이지에 가해진 접촉력을 측정하고 스트레인 임계값 초과 시 트리거를 생성합니다. 그 결과 트리거 힘은 작아지고 스트레인 게이지가 휘는 일이 줄어들 뿐 아니라 서브미크론 반복정도($0.25 \mu\text{m } 2\sigma$)가 가능하며 로빙이 발생하지 않고 진정한 3차원 트리거링 특성이 실현됩니다. RMP600은 상당히 뛰어난 계측 성능을 제공합니다. 특히, 여러 감지 방향이 사용된 경우 또는 셋업 시, 공작물에 대한 접근 벡터가 알려져 있지 않았을 때의 3D 표면에서 그 성능이 더욱 뛰어납니다. 프로브 내의 로직이 게이지에 표시된 스트레인 게이지 부품 표면과의 접촉에 의한 것인지 무작위로 발생한 것인지 여부를 판별함으로써 충격과 진동으로 인해 발생하는 예기치 않은 트리거를 제거합니다.

Medlock은 “결국 프로브의 정확도는 기계에 의해 결정된다는 점을 염두에 두어야 한다”고 강조합니다. “이 기계의 능력, 조건 및 캘리브레이션 내역을 감안할 때 이 기계에 대한 검사는 CMM 검사와 동일하다고 생각합니다. 기계는 테스트를 거쳐 CMM과 동일한 요건으로 캘리브레이션되며 쉽게 0.38 mm(0.015")의 부품 프로파일 정확도를 갖출 수 있습니다. 가능한 모든 부품 피처를 갖는 알려진 인공물을 프로빙하여 계측 성능을 검증할 수 있습니다. 이 기계의 우수한 정확도와 5축 기능 덕분에 스트레인 게이지 프로브가 우리의 측정 요구에 보다 잘 맞는다는 점이 입증되었습니다. 다른 측정 장치에 대한 주기적인 재확인 결과 편차가 1/1000인치가 넘는 경우는 거의 없었습니다. 즉, 결과에 대한 확신과 뛰어난 작동 효율성을 얻을 수 있었습니다.”

www.renishaw.co.kr/MTP

Renishaw 정보

Renishaw는 오랜 기간 동안 제품 개발 및 제조 부문의 혁신과 함께 엔지니어링 기술을 선도하는 세계적 기업입니다. 1973년 설립된 이후 공정 생산성을 개선하고 제품의 품질을 향상시키고 비용대비 효율이 높은 자동화 솔루션을 제공하는 최첨단 기술 제품을 공급해왔습니다.

전세계 자회사와 유통망을 통해 고객들에게 탁월한 서비스와 지원을 제공하고 있습니다.

다음과 같은 제품을 생산/공급 합니다.

- 레이저 용해, 진공 주조, 분사 금형 기술을 포함하는 적층 제조기술
- 여러 분야의 다양한 응용에 활용하는 고급 재료기술
- 치형 CAD/CAM 스캐닝 및 밀링 시스템과 치형 구조의 공급
- 고정밀 리니어, 앵글 및 로터리 위치 피드백용 엔코더 시스템
- 3차원 측정기와 게이지 시스템 용 고정구
- 가공품의 비교측정을 위한 게이지 시스템
- 극한 환경에서 사용할 수 있는 고속 레이저 측정 및 검사 시스템
- 기계의 성능 측정 및 캘리브레이션용 레이저 및 볼바 시스템
- 신경외과 분야용 의료 장비
- CNC 공작 기계의 공작물 셋업, 공구 셋팅 및 검사용 프로브 시스템 및 소프트웨어
- 비파괴 소재 분석용 라マン 분광기 시스템
- 센서 시스템과 3차원 측정기 소프트웨어
- 스타일리 CMM 및 공작 기계 프로브 분야용 제품

각 지역 연락 정보는 **Renishaw** 웹 사이트 www.renishaw.com/contact를 참조하십시오.



Renishaw는 출판일 당시 본 안내서 정보의 정확성에 민첩을 기했지만 내용에 관하여 어떠한 보증이나 주장도 하지 않습니다. 어떠한 상황에서도 본 안내서의 모든 부정확성에 대한 책임이 Renishaw에 없습니다.

©2013 Renishaw plc. All rights reserved.
Renishaw는 에고 없이 사양을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다.

RENISHAW 로고에 사용된 RENISHAW와 프로브 웹블록은 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.



H - 5650 - 3194 - 01 - A
발행일 0213 부품 번호. H-5650-3194-01-A