

## 제품 개요

# ElectroForce™ Apex 1

## 기계적 테스트 기기

현대 소재 및 제품 개발 실험실은 강도와 내구성이 뛰어난 혁신적인 제품을 개발하는 과제를 맡고 있습니다. 이를 위해서는 신뢰할 수 있고 효율적인 소재 특성 분석이 필수적입니다. 기계적 테스트는 소재 및 제품의 성능과 수명을 보장하는 데 필수적입니다. 이는 다양한 온도, 하중 메커니즘, 속도를 포함한 관련 조건 하에서 소재를 평가하는 데 사용될 수 있습니다.

소재 및 제품에 대한 기계적 테스트를 수행하면 빌드/테스트 주기를 단축하고 제품이 출시된 후 조기 파손을 방지함으로써 개발 속도를 높일 수 있습니다. ElectroForce Apex 1 기기를 사용하면 과학자, 엔지니어 및 테크니션이 광범위한 교육 없이도 단조 테스트(인장 테스트라고도 함), 피로 연구 및 기타 소재 특성 규명 기술을 사용하여 기계적 특성을 빠르고 자신 있게 측정하고 평가할 수 있습니다.



테이블탑

플로어 스탠딩

## 기계적 특성 분석

기계적 테스트는 주요 실험실과 제조업체에서 소재의 선정과 설계와 관련된 정보기 위해 널리 활용되며, 그 이후에는 구성 성분과 제품 성능 평가에 사용됩니다. 개발 초기 단계에서 기계적 테스트를 도입하면 검증 단계, 혹은 출시 후 단계에서 막대한 비용이 들기 전에 소재 선정 및 설계의 취약점을 파악하고 이를 개선하여 비용을 절감할 수 있습니다.

ElectroForce Apex 1 기기를 소재 개발에 사용하면 강도와 내구성을 빠르게 측정할 수 있고, 이는 배합 및 가공에서 발생하는 다양한 변화의 영향을 효과적으로 평가할 수 있습니다.

- 탄성(영) 계수
- 항복 강도
- 극한 강도
- 파단 연신율
- 피로 수명
- 크리프 컴플라이언스
- 응력 완화
- 파피 인성
- 피로 균열 성장

## Electroforce Apex 1 기술

ElectroForce Apex 기술이 제공하는 특징:

- 간소화된 설정으로 안정적인 테스트를 실시하여, 자동화된 튜닝 및 데이터 수집에 대한 신뢰도 높은 테스트 환경 제공
- 샘플 파손 시 즉각적인 기기 정지 기능 등 안전하고 원활한 테스트 준비를 통한 샘플 보호
- 업계 최장 스트로크(100mm)를 활용하여 일관적인 성능과 내구성으로 테스트 역량 확대
- 정밀한 하중과 비마찰식 모터 설계로 미묘한 재료 거동 관찰 지원
- 향상된 센서 분해능으로 정확한 제어 및 범위 측정 지원
- 데이터를 자동으로 불러와 원활한 분석 및 결과 확인 가능한 통합 소프트웨어

## 고급 기능으로 성능 향상

훌륭한 성능과 안정성을 바탕으로, 새로운 ElectroForce Apex 1 기기는 향상된 스트로크 길이와 간소화된 워크플로를 추가하여 작업자가 진행해야 하는 여러 단계를 제거했습니다.

주요 기능을 이용해 기기 상태를 파악하고 신속하게 재구성할 수 있으며, 테스트 결과를 위협하는 작업자의 오류가 발생할 가능성을 줄일 수 있습니다. ElectroForce Apex 1 기기는 정확한 결과를 쉽고 안정적으로 생성하기 위해 설계되었습니다.

- 1 통합 모터 브레이크는 모터를 단단히 고정하여 순쉬운 테스트 설정 및 샘플 보호를 가능하게 합니다
- 2 고정밀 변위 센서의 분해능은 1나노미터로, ASTM E2309 Class A의 보정 정확도를 크게 앞섭니다
- 3 SmartSwap™ 센서 기술로 손쉽게 센서나 신장계를 연결하고 구성할 수 있습니다
- 4 시스템 상태 표시기(SSI)는 기기 상태를 시각적으로 빠르게 확인할 수 있는 신호를 제공합니다
- 5 100mm의 모터 스트로크는 크로스헤드 조정을 최소화하여 테스트 설정을 더욱 간소화합니다
- 6 전동 크로스헤드 리프트를 사용하면 액세서리나 클램프를 설치할 때 테스트 공간을 빠르고 쉽게 조정할 수 있습니다
- 7 통합 크로스헤드 잠금 감지 기능은 제대로 잠기지 않은 경우 실험이 실행되는 것을 방지합니다
- 8 3가지 구성 옵션으로: 축방향 - 테이블탑, 축방향 - 플로어 스탠딩, 축방향 인장 비틀림 - 플로어 스탠딩
- 9 다양한 종류의 액세서리를 활용해 샘플 거동 측정 시 실제 환경 시뮬레이션을 활성화할 수 있습니다



## 정밀한 모터 제어를 통한 다양한 테스트

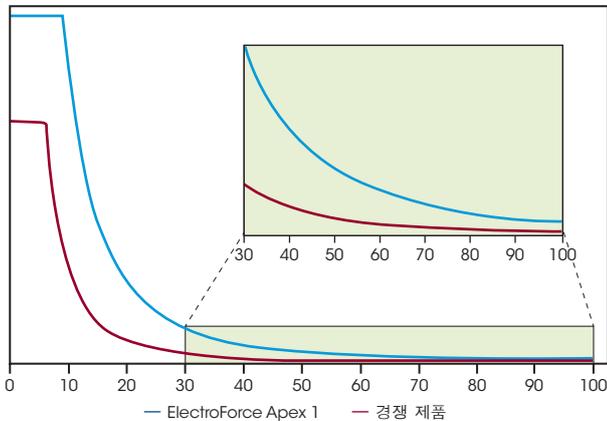
ElectroForce Apex 1의 고유한 선형 모터 기술(Linear Motor Technology)을 이용하면 광범위한 하중, 주파수, 동적 범위에 걸쳐 테스트를 수행할 수 있습니다. 1Hz미만에서 100Hz를 초과하는 주파수와 마이크론 단위부터 100mm까지의 변위에 이르기까지, 새로운 ElectroForce Apex 1 기기 모터를 사용하면 원하는 실험을 정확하고 안정적으로 실행하며 더 짧은 시간 안에 테스트를 완료할 수 있습니다.

ElectroForce Apex 1 기기 모터는 구리부터 자석, 정교한 유도 시스템에 이르기까지 기계적 테스트에 최적화되도록 특별히 설계되었습니다. 이를 통해 보다 높은 주파수에서 원하는 하중과 변위를 테스트할 수 있어, 더욱 빠르게 데이터를 획득하고 개발 프로그램의 진행 속도에 박차를 가할 수 있습니다.

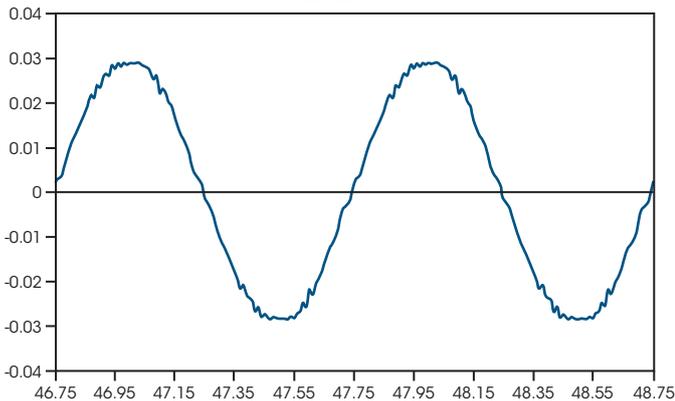
비마찰식 모터와 고정밀 변위 센서(HADS) 기술을 통합하여 정확하고 정밀한 모터 제어가 가능하며, 이를 통해 테스트가 원하는 모션에 따라 실행되게 할 수 있고, 신호의 노이즈나 필터링으로 인해 미묘한 재료 특성을 놓치지 않을 수 있습니다.



성능 비교



낮은 변위



## 자동 제어 기능을 이용한 단순화

ElectroForce Apex 1 기기는 차세대 TunelQ 기술을 사용해 설정 및 테스트 실행 중에 제어 모드를 신중하게 선택하거나 변경해야 하는 과정을 줄이거나 완전히 없앱니다.

이전까지는 테스트를 실행하기 전에 기기와 샘플 특성을 측정하기 위한 튜닝 과정이 필요했습니다. 차세대 TunelQ 기술을 이용하면 이러한 과정이 거의 필요하지 않아 샘플을 설치하고 테스트를 실행하기만 하면 됩니다.

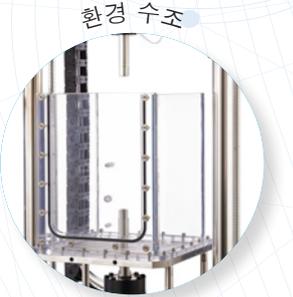
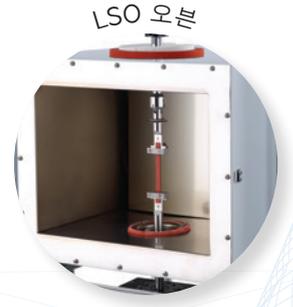
- 간소화된 테스트 설정 과정은 작업자의 교육 시간과 오류를 줄여, 작업자의 자신감이 높아집니다
- 지속적인 샘플 모니터링을 통해 샘플과 기기를 보호합니다
- 새로운 샘플 파손 감지 기능을 통해 샘플 파손이 감지되는 즉시 모터를 정지시킵니다
- 작업자의 설정이나 입력이 거의 필요하지 않은 장비로 갑작스러운 샘플 파손과 작업자 오류를 원활하게 처리할 수 있습니다
- 샘플이 파손된 후 테스트를 중단하고 샘플 표면이 손상되는 것을 막아, 테스트의 무결성을 보존합니다

## 실제 조건 하의 샘플 평가

정확한 기계적 테스트는 재료의 특성을 가장 정확히 측정하기 위해 실제 샘플 조건을 시뮬레이션하는 경우가 종종 있습니다. 사용자는 ElectroForce Apex 1 기기 액세서리를 사용하여 다양한 조건 및 최종 사용 환경에서의 샘플 거동을 측정할 수 있습니다.

### 환경 구성

ElectroForce Apex 1 기기는 광범위한 온도 범위를 모방하기 위한 오븐부터 생체 재료 및 일반적으로 의료기기 연구를 위해 인체를 모방하는 데 사용되는 수조에 이르기까지 다양한 환경 구성 액세서리를 제공하고 있습니다.



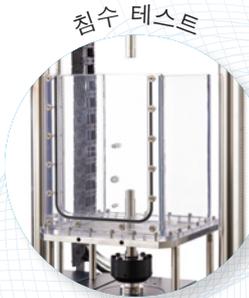
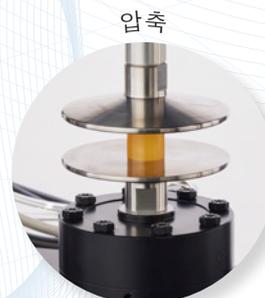
### 클램프

ElectroForce Apex 1 기기는 단 몇 초에서 몇 분 내로 쉽게 교체할 수 있는 다양한 그림과 고정 장치를 장착할 수 있습니다. 인장용 그림 또는 인장 및 압축용 그림이 가장 일반적이지만, 압축 테이블과 굽힘 고정 장치도 다양한 옵션과 함께 널리 사용됩니다.



### 센서

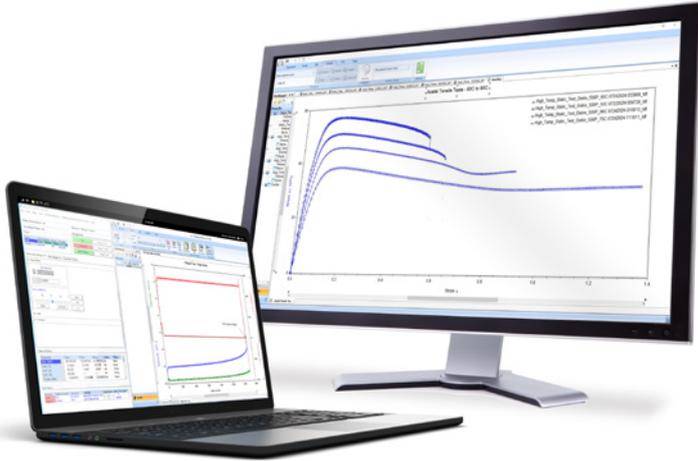
옵션 센서를 사용하면 낮은 하중, 침수 테스트, 직접 변형을 측정할 수 포함해 다양한 조건에서 테스트 샘플 거동을 최적으로 측정할 수 있습니다. SmartSwap 기술이 적용된 ElectroForce Apex 1 기기를 사용하면 이러한 센서를 매우 쉽게 사용할 수 있습니다.



## 확신있는 데이터 획득

ElectroForce Apex 1 기기를 사용하면 테스트 매개 변수에 따라 데이터 수집 및 분석이 자동으로 구성되어 컴퓨터나 분석 도구에 과부하없이 중요한 데이터를 수집할 수 있습니다.

자동 구성을 통해 데이터 손실 및 데이터 수집 설정의 오류로 인한 샘플 낭비와 반복 테스트를 줄일 수 있습니다.



로운 ElectroForce Apex 1 기기의 사용자 인터페이스는 WinTest 기기 제어 소프트웨어와 TRIOS 소프트웨어를 통합하여, 원활한 데이터 보기 및 분석을 통해 테스트 실행을 향상시킬 수 있습니다. TRIOS를 사용해 사용자가 데이터를 보고 분석할 수 있어 다른 분석 도구의 필요성이 줄어들고, 더 빠르게 결과를 확인할 수 있습니다.

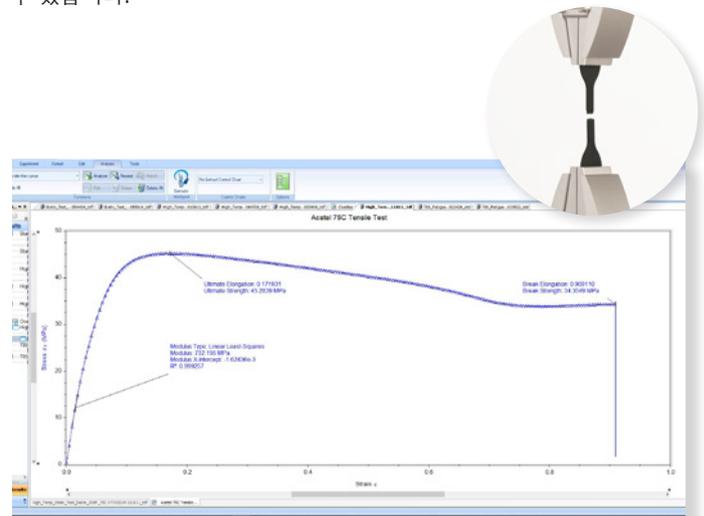
- 지능형 데이터 수집(DAQ) 설정(테스트 조건에 따라)은 권장 설정에 따라 사용하거나 작업자가 조정할 수 있습니다.
- 실험이 끝날 때 최종 데이터 축소가 완료되어 더욱 통찰력 있는 데이터를 사용할 수 있으며, 테스트 시간에서 얻은 통찰력을 향상시킬 수 있습니다.
- 탑재된 TRIOS 소프트웨어 도구를 사용하면 시행하는 테스트 유형에 따라 기본 데이터가 표시되며, 데이터를 쉽게 탐색 및 분석할 수 있습니다.
- 테스트와 샘플을 기반으로 피크-벨리 데이터가 자동으로 생성되므로 감도를 미리 정의할 필요성과 데이터 손실 위험이 줄어듭니다.

## 간소화된 단조 테스트 분석

간소화된 워크플로와 자동 데이터 분석을 통해 단조 테스트를 쉽게 실행할 수 있습니다. 사용자는 ElectroForce Apex 1 기술을 이용하여 제한적인 작업자의 입력값으로도 재료의 탄성 계수, 항복 강도 및 기타 여러 특성을 측정할 수 있고, 샘플 치수와 기본적인 테스트 정보만 있으면 테스트를 실행할 수 있어 데이터 획득 설정, 제어 시스템 튜닝 또는 수동 데이터 분석의 필요성을 줄이거나 없앨 수 있습니다.

테스트를 완료한 후 몇 초만에 재료 특성을 검토할 수 있습니다. Intelligent Analysis는 단조 테스트 데이터를 분석하고 탄성 계수, 항복 강도, 극한 강도 및 기타 특성을 신속하게 보고하며, 여기에는 재료 및 테스트 목적에 맞는 사용자 정의가 포함됩니다.

ASTM D638, ASTM E8, ASTM D790, ISO 527 및 기타 국제 표준 분석 기능이 탑재되어 있으며, 사용자의 특정 요구 사항에 맞춰 조정할 수 있습니다.



## 보다 빠른 교육 및 테스트 실행

간단한 작동 방식과 사용하기 쉬운 기능이 통합되어 ElectroForce Apex 1 기기 교육 시간이 최소화되었습니다. 작업자는 정밀도를 향상시키고 테스트 완료 속도를 높이는 기능을 통해 빠르게 자신감을 얻을 수 있으며, 작업자의 오류 가능성도 낮출 수 있습니다.



ElectroForce Apex 1 기기가 사용자를 지원하는 방식:

- 테스트 실행 시 필요한 입력을 줄이기 위해 테스트 유형에 맞춘 워크플로 안내
- 적절한 데이터 기록을 보장하는 자동화된 데이터 수집
- 제어 모드를 자동화하고 작업자가 주도하는 튜닝 과정을 제거하는 차세대 TunelQ
- 테스트 설정부터 최종 TRIOS 소프트웨어 데이터 파일에 이르기까지 모든 매개변수 기록
- 필요한 데이터를 자동으로 표시하는 기본 TRIOS 소프트웨어 데이터 디스플레이
- 더 빠르게 결론을 도출할 수 있는 정교한 데이터 보기 및 분석 도구

사양	ElectroForce Apex 1 Instrument
하중 분류 - 동적	± 1000N
하중 분류 - 정적/RMS(연속)	정적/RMS - ± 710N
동적 변위	100mm
선형 속도	0.05um/s ~ 2.5m/s
주파수 범위 - 피로	.00001 ~ 100Hz
<b>비틀림 모터 옵션</b>	
회전	멀티턴 62회전
<b>토크 분류</b>	
토크 분류 - 동적	± 14 N-m
토크 분류 - 정적/RMS(연속)	± 14 N-m
<b>환경 옵션</b>	
오븐 옵션	150 ~ 350°C
유체/생리식염수 수조 옵션	상온 ~ 40°C



©2025 Waters Corporation. 1월 2025 MT00006KO A4 Rev. A