

ElectroForce™ Apex 1

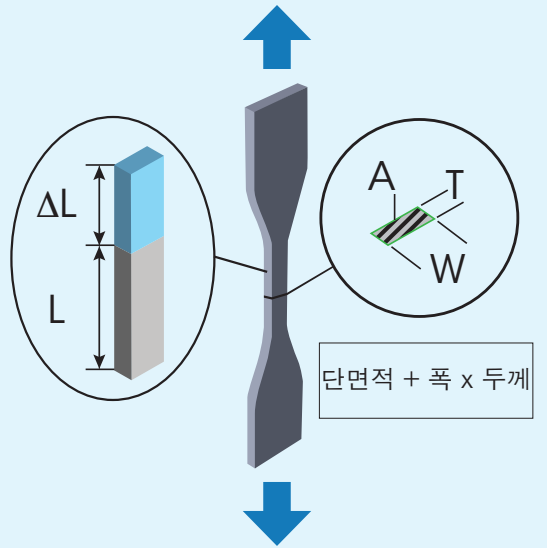
기계적 테스트 기기

기계적 테스트

기계적 테스트는 소재 및 제품의 성능과 수명을 확보하는 데 필수적입니다. 기계적 테스트는 다양한 온도, 하중 메커니즘, 속도를 포함한 관련 조건 하에서 샘플을 평가하는 데 사용될 수 있습니다. 소재 및 제품에 대한 기계적 테스트를 수행하면 빌드/테스트 주기를 단축하고 제품이 출시된 후 조기 파손을 방지함으로써 개발 속도를 가속화할 수 있습니다.

ElectroForce Apex 1 기기를 소재 개발에 사용하면 강도와 내구성을 빠르게 측정할 수 있습니다. 이를 통해 배합 및 가공에서 발생하는 변화의 영향을 효과적으로 평가할 수 있습니다. ElectroForce Apex 1 기기를 사용하면 다음과 같은 기계적 특성을 평가할 수 있습니다.

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

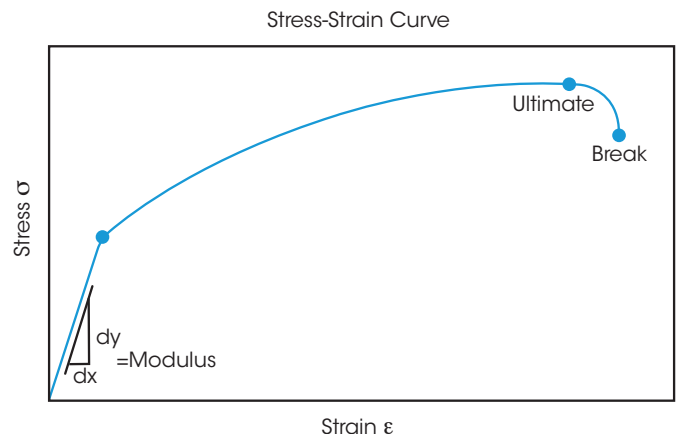


단조 및 피로 테스트

재료 강도 및 내구성 테스트는 항공기부터 건축 자재에 이르는 까다로운 응용 분야에서 제품 개발 속도를 높이는 데 있어 점점 더 중요성이 커지고 있습니다. 최첨단 소재와 제품을 개발하기 위한 경쟁에서 설계자와 엔지니어는 재료의 안정성을 검증하기 위한 확실하며 응용 분야에 맞는 특성 분석이 필요합니다. 주요 실험실과 제조업체에서는 단조 및 피로 테스트를 소재의 선정, 설계와 관련된 정보를 얻기 위해 주로 사용하며, 그 이후에는 구성 성분과 제품 성능 평가에 사용합니다.

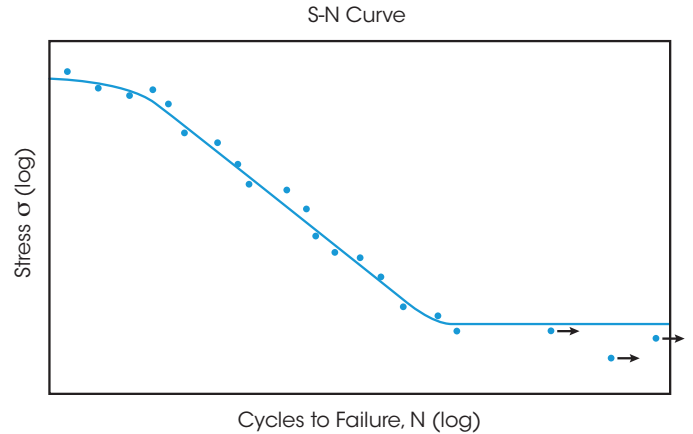
단조 테스트

간소화된 워크플로와 자동 데이터 분석을 통해 단조 테스트를 쉽게 실행할 수 있습니다. 사용자는 ElectroForce Apex 1 기술을 이용하여 최소한의 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.



피로 테스트

피로 테스트는 재료에 반복적인 부하를 가한 후 재료의 손상과 파손을 측정합니다. 개발자는 일반적으로 “피로-파괴”에 대한 피로 테스트를 사용하여 재료가 파손되는 시점을 평가하거나, “시험-성공” 테스트를 통해 재료가 활용 분야의 조건에서 성능을 발휘할 수 있는지 확인합니다. 피로 테스트는 단조 테스트와 동일한 모든 변형 모드에서 수행할 수 있습니다. 피로 평가에는 보통 다양한 주기적 응력에서 실시하는 일련의 피로 테스트가 포함되어 있습니다. 다양한 응력 수준에서 재료의 예상 수명을 나타내는 응력-주기(S-N) 곡선을 생성합니다.

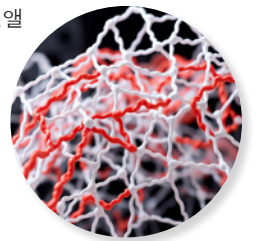


단조 테스트와 피로 테스트를 함께 실시하면 다양한 활용 분야에서, 특히 테스트 중 실제 온도와 환경과 결합할 때 폴리머의 강도와 내구성에 대한 자세한 분석을 실시할 수 있습니다. 개발 초기 단계에서 단조 및 피로 테스트를 도입하면 검증 단계, 혹은 출시 후 단계에서 막대한 비용이 들기 전에 소재 선정 및 설계의 취약점을 파악하고 이를 제거하여 비용을 절감할 수 있습니다.

폴리머 활용 분야 - 샘플 데이터

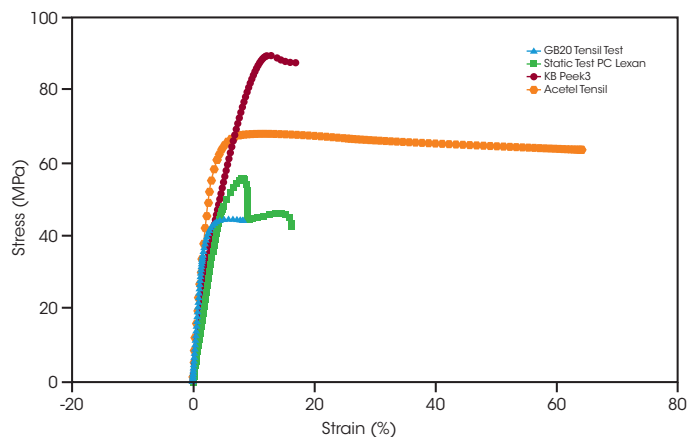
간소화된 워크플로와 자동 데이터 분석을 통해 단조 테스트를 쉽게 실행할 수 있습니다. 사용자는 ElectroForce Apex 기술을 이용하여 최소한의 작업자의 입력값으로도 재료의 탄성 계수, 항복 강도 및 기타 여러 특성을 측정할 수 있고, 샘플 치수와 기본적인 테스트 정보만 있으면 테스트를 실행할 수 있습니다. 데이터 획득 설정, 제어 시스템 튜닝 또는 수동 데이터 분석의 필요성을 줄이거나 없앨 수 있습니다.

테스트를 완료한 후 몇 초 만에 재료 특성을 검토할 수 있습니다. Intelligent Analysis는 단조 테스트 데이터를 분석하고 탄성 계수, 항복 강도, 극한 강도 및 기타 특성을 빠르게 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, 특정 요구 사항에 맞춰 조정할 수 있습니다.



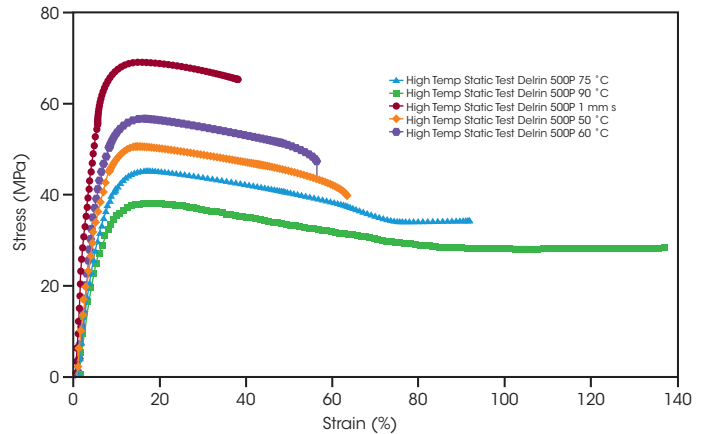
다양한 폴리머의 인장 특성

단조 인장 테스트(인장 테스트라고도 함)를 실시하면 재료가 천천히 변형되는 동안 기계적 특성에 관한 중요한 정보를 얻을 수 있습니다. 샘플은 일정한 변형 속도로 변형되며, 응력 반응은 계측기로 측정할 수 있습니다. 인장 테스트로 물질의 탄성계수, 강도 및 신율을 안정적으로 측정할 수 있습니다. 이 그림에 제시된 것과 같이, 응력-변형률 곡선에 드러난 특성을 통해 재료의 특성에 대한 중요한 통찰력도 얻을 수 있습니다. 재료의 전체 응력-변형률 곡선에 대한 이해는 재료에 최대 강도 이상의 응력을 가할 때 반응이 어떻게 변하는지를 파악하는 데 중요합니다.

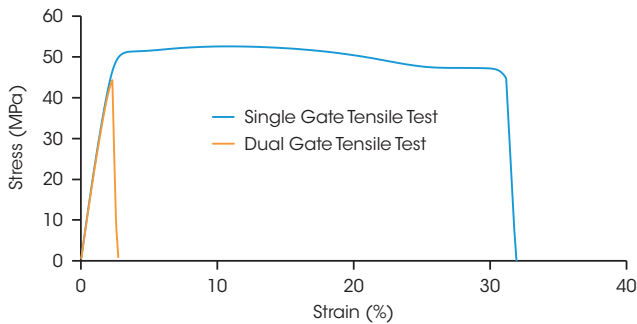


아세탈의 인장 특성에 대한 온도의 영향

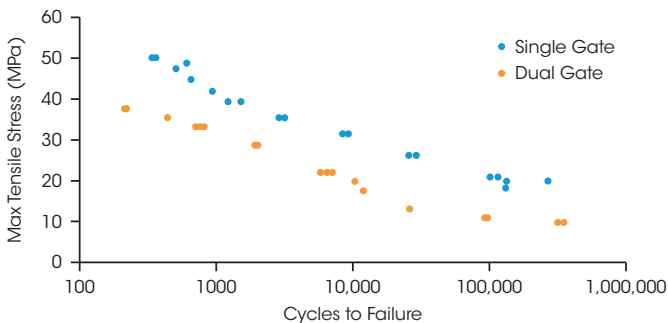
폴리머 소재의 특성은 온도의 영향을 많이 받습니다. 이 응력-변형률 데이터에 제시된 것과 같이, 온도를 높이면 물질의 특성에 다양한 영향을 줍니다. 아세탈 소재는 온도가 상승하는 경우 탄성계수가 떨어지며(선의 초반 기울기로 표시), 강도도 떨어지고(응력 피크가 낮아짐), 신율이 높아집니다(파단 변형). 또한, 이 소재는 높은 온도와 변형률에서 현저히 다른 거동을 보이기 시작합니다. 다양한 온도에서 테스트를 실시하는 것은 예상 보관 및 작동 온도 범위에서 재료의 거동 방식을 파악하는 데 아주 중요합니다.



단일 및 이중 게이트 샘플 인장 곡선



단일 및 이중 게이트 샘플 수명



제조 아티팩트로 인한 강도의 손실

재료의 특성은 보통 이상적인 조건에서 테스트됩니다. 이는 일관적이며 재현 가능한 측정값을 얻는 것에는 도움이 되지만, 주어진 활용 분야에서 재료의 성능을 과장하는 경향을 초래할 수도 있습니다. 표준 인장 테스트인 “도그본” 샘플이 단일 게이트로 성형되어 최적의 재료 흐름과 분자 사슬의 얽힘을 제공하는 것이 좋은 예입니다. 실제 부품에서 도그본 형태의 재료 성능을 재현할 수 있는 경우는 거의 없습니다. 이 데이터에는 재료가 금형 내에서 함께 흘러 나트 라인을 생성해야 하는 경우 샘플을 성형할 때 재료의 강도와 내구성에 미치는 영향이 나와 있습니다.

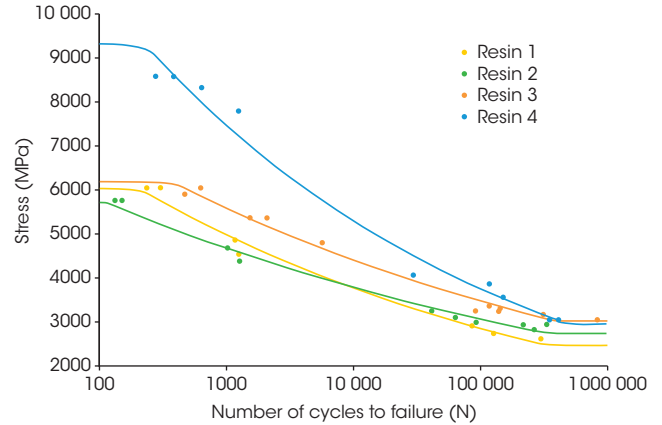
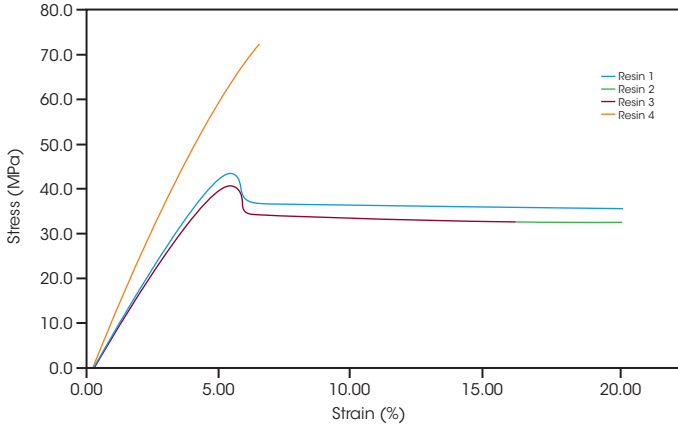
이 인장 테스트 결과에 따르면 강도는 약간 손실되었으나, 신율은 크게 손실되었습니다. 피로 테스트 결과는 파손까지의 주기(x축)에 대한 주기적 응력 수준(y축)을 그래프로 나타낸 S-N 곡선으로 나타냅니다. 주어진 응력 수준에서 이중 게이트 샘플은 파손까지의 주기가 상당히 낮았습니다. 공동이나 필러 방향과 같은 다른 제조 아티팩트도 유사한 효과를 보일 수 있습니다. 재료가 실제 부품으로 가공 및 성형된 후에 그 성능을 파악하는 것이 중요합니다.



다양한 재료 혼합물의 강도와 내구성

폴리머 소재는 다양한 제형으로 제공되며, 다양한 혼합물, 다양한 종류와 양의 필러, 가공 및 성능 관련 특성을 위한 다양한 첨가제에 대한 옵션이 많습니다. 데이터시트에 나온 특성은 매우 유사해 보일 수 있지만, 이 사실이 성능도 동일하다는 것을 의미하지는 않습니다.

이 데이터는 3가지의 서로 다른 ABS 수지 혼합물과 베이스 SAN 수지를 보여줍니다. 3가지 ABS 수지는 인장 테스트에서 비슷한 반응을 보이지만, 피로 성능은 상당한 차이를 보입니다. 피로에 대한 최적의 소재를 인장 테스트 데이터로 예측할 수 없다는 사실 역시 분명합니다.



다양한 온도 범위에서의 재료 크리프 평가

폴리머 소재의 점탄성 특성은 해당 소재가 일정한 부하 하에 계속 변형된다는 사실을 의미합니다. 이러한 거동을 크리프라고 합니다. 온도가 상승하면 분자 사슬의 이동성이 증가해 크리프 거동이 가속화됩니다. 크리프 저항성은 폴리머 소재의 중요한 특성으로 간과되는 경우가 많습니다. 크리프는 다양한 방식으로 부품 파손을 초래할 수 있습니다. 한가지 방식은 지속적인 부하를 받은 소재가 변형되어 더 이상 기능을 수행할 수 없게 되는 것입니다. 크리프로 인한 두 번째 파손 방식은 크리프 파열로, 크리프로 인해 소재에 취성 파괴가 발생하는 것입니다.

온도를 점진적으로 상승시키며 연속적으로 크리프 측정을 수행하면, 소재의 크리프 저항성에 대한 보다 자세한 정보를 얻을 수 있습니다. ElectroForce Apex 1 기기는 높은 하중 용량과 긴 모터 스트로크를 갖추고 있어 이러한 유형의 실험에 특히 적합합니다. 다양한 재료와 용도에 대한 정확한 측정을 수행할 수 있습니다.

