



FT4 Powder Rheometer®를 활용한 분말 흐름 특성 및 분말 거동 측정

freemant**technology**
a  micromeritics® company

ASTM D7891
compliant

다목적 분말 테스터

FT4 분말 레오미터는 원래 분말의 유변학 또는 유동 특성을 파악하기 위해 설계되었습니다. 오늘날에도 여전히 주요 기능은 동일하지만, 기기, 액세서리 및 방법론은 지속적으로 개발되어 현재 FT4는 다목적분말 측정기로 여겨지고 있습니다.

FT4에는 분말이 유동하는 동안 분말의 흐름 저항을 측정하는 고유한 동적 방법론 외에도 분말의 전단 강도를 측정하는 전단 셀, 분말이 공정 장비의 벽면에 어떻게 전단되는지 정량화하기 위한 벽면 마찰 키트(ASTM 표준 D7891 준수), 밀도, 압축성 및 투과성과 같은 벌크 특성을 측정하기 위한 액세서리도 포함되어 있습니다.

이러한 다양한 측정 기능으로 인해 FT4는 진정한 범용 분말 테스터이자 분말 거동을 측정하고 이해하는 데 있어 세계에서 가장 다재다능한 장비입니다.

다양한 방법론

FT4는 분말이 움직이는 동안 분말의 흐름에 대한 저항을 측정하는 고유한 기술을 사용합니다.

정밀한 '블레이드'가 회전하면서 분말을 통해 아래쪽으로 이동하여 정확한 흐름 패턴을 설정합니다. 이로 인해 수천 개의 입자가 서로 상호 작용하거나 흐르게 되는데, 이러한 상대적인 입자 이동 또는 벌크 흐름 특성은 블레이드가 겪는 저항에 대한 어려움을 나타냅니다. 블레이드를 움직이기가 어려울수록 입자의 움직임에 대한 저항이 커지고 분말이 흐르기가 더 어려워집니다.

그러나 정밀하고 반복 가능한 방식으로 블레이드를 움직여 뛰어난 재현성을 얻을 수 있습니다. FT4의 고급 제어 시스템은 블레이드의 회전 및 수직 속도를 정확하게 설정하여 나선 각도와 팁 속도를 정의합니다.

분말이란

분말은 복잡한 물질입니다. 흔히 분말은 단순한 물질의 집합으로 인식되지만 실제로는 고체, 액체, 기체의 복잡한 혼합물입니다. 분말은 비교적 잘 알려진 구성 단계와 달리 더 복잡한 물질입니다. 분말은 입자 형태의 고체, 입자 사이의 공기 형태인 기체, 입자 표면 또는 구조 내에 있는 수분으로 구성됩니다. 이러한 독특한 물질의 거동 특성은 일차원적인 원칙으로 모델링하고 예측하기 어렵습니다.

분말 거동

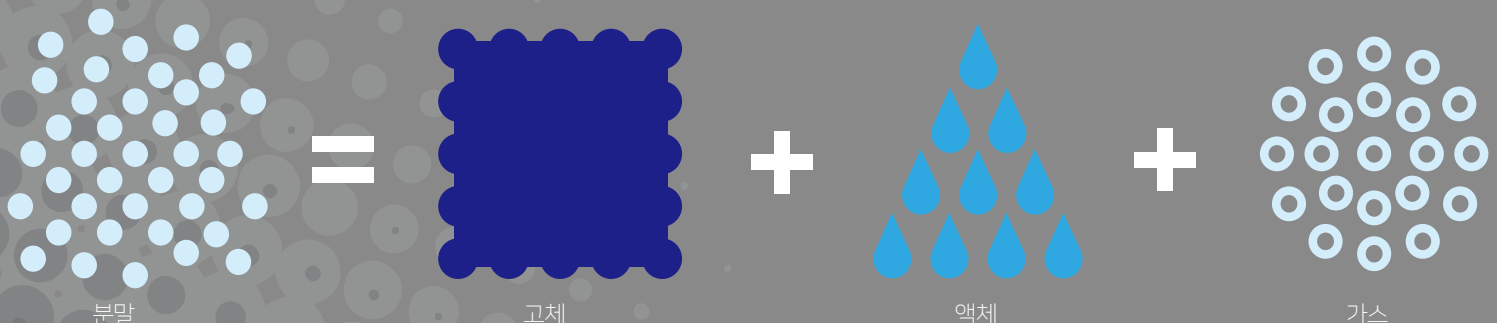
분말은 여러 거동 특성을 나타내며, 이는 가공 과정과 최종 적용 시 성능을 결정합니다. 이러한 특성은 서로 독립적인 경우가 많으므로 분말의 특성을 완전히 파악하려면 각각의 영향을 이해하고 측정할 수 있어야 합니다.

파우더의 거동 특성

- ▶ 유동성 - 어떤 것은 공정을 통해 잘 흐르지만, 어떤 것은 막히거나 흐르지 않거나 또는 간헐적으로 흐르기도 합니다.
- ▶ 압축성 - 어떤 것은 매우 뽀뽀하고, 어떤 것은 응집 시 밀도 변화가 큼니다.
- ▶ 점착성 - 분말이 공정 장비에 달라붙을 수 있고, 쉽게 미끄러질 수 있습니다.
- ▶ 투과성 - 공기가 입자 사이를 쉽게 통과 할 수 있는지 여부는 공정 및 일부 최종제품 응용 분야에서 매우 중요할 수 있습니다.
- ▶ 정전기 - 일부 분말은 취급 및 처리 과정에서 정전기가 발생하여 거동이 달라질 수 있습니다.
- ▶ 소수성 - 대부분의 분말은 습도나 수분함량이 증가하면 거동이 달라지지만 그 정도는 다양합니다.

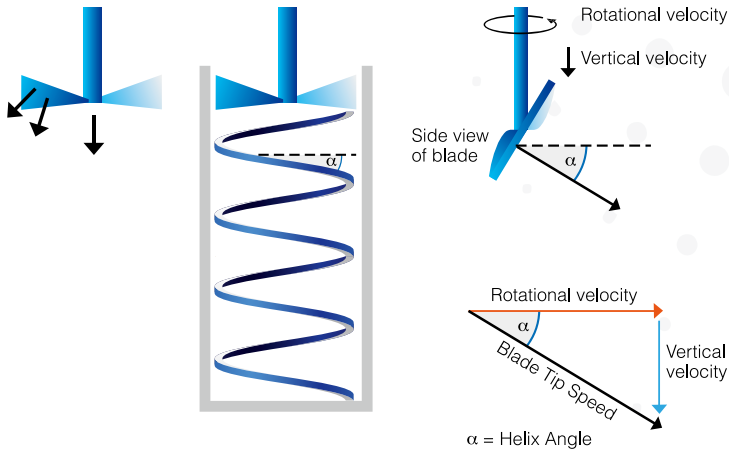
- ▶ 입자 마모 - 입자가 부서지기 쉽거나 약하면 기계적 응력으로 인해 크기와 모양이 변화하여 분말 거동이 달라질 수 있습니다.
- ▶ 유속 - 파우더는 다양한 유속(또는 전단 속도)에 따라 다르게 작동하여 혼합 및 블렌딩과 같은 작업에 영향을 미칩니다.
- ▶ Flooding - 특정 파우더는 유동화 되었다가 공기가 남아있을 수 있으며, 그 결과 유체와 같은 거동이 발생하고 공정 중 제어가 제대로 이루어지지 않는 경우가 많습니다.

이러한 예는 분말의 복잡한 '개성'을 보여줄 수 있는 몇 가지 방법 중 일부에 불과합니다. 또한 이러한 특성은 서로 독립적이고 서로 관련이 없는 경우가 많기 때문에 두 분말의 압축성은 같지만 유동성은 매우 다를 수 있습니다. 또 다른 분말들은 흐름은 동일하지만 투과성이 다를 수 있습니다.



이러한 단계가 상호 작용하는 방식에 따라 분말의 거동이 결정됩니다.

이들은: ▶ 탄성 및 소성 변형이 가능한 단일 고체 개체처럼 거동합니다.
▶ 폭기/유동화 시 액체처럼 흐릅니다.
▶ 기체처럼 압축됩니다.



Helix 각도 및 블레이드 팁 속도에 따라 블레이드가 회전하여 수직으로 이동합니다.

분말 컨디셔닝 기능

분말은 이전 포장 상태에 따라 거동과 유동성이 영향을 받습니다. 분말이 응집된 경우 응집 하중이 제거된 후에도 응집력의 일부가 유지됩니다. 반대로 파우더가 이전에 폭기된적이 있다면 파우더 내에 과도한 공기가 존재할 수 있습니다. 두 경우 모두 분말의 흐름 특성은 이전 포장 상태에 의해 크게 영향을 받습니다.

이러한 응력 또는 폭기의 변화는 분말을 처리하고 취급할 때뿐만 아니라 모든 측정 시스템의 준비 단계에서도 발생합니다. 측정 결과의 정확성에 영향을 미칠 수 있는 이러한 변동성을 해결하기 위해 FT4는 시료를 균일하게 준비하는 고유한 컨디셔닝 프로세스를 사용하여 분말 시료 전체에 균일한 저응력 패키징을 생성하고 측정 전에 응력 및 과도한 공기를 제거합니다.

이 자동 컨디셔닝 단계는 모든 테스트 전에 실행되며 우수한 재현성을 달성하기 위해 가장 중요합니다. 컨디셔닝은 작업자 간 변동성을 줄이고 생성된 결과를 다른 작업자 또는 다른 실험실의 다른 기기에서도 정확하게 재현할 수 있도록 보장합니다.

이를 통해, 분말을 한두 가지 수치로만 설명 할 수 없는 이유를 쉽게 알 수 있으며, 확실한 이해를 위해 다양한 파라미터를 측정해야 합니다. 이러한 각 특성은 공정 환경 내에서 분말이 거동하는 방식에 영향을 미칩니다.

예시:

- ▶ 분말이 제대로 섞이는가?
- ▶ 보관 중 또는 진동을 받은 후에도 하나의 고체 덩어리로 뭉쳐지는가?
- ▶ 호퍼에서 효율적으로 흘러나오는가?
- ▶ 높은 습도에 노출되면 거동이 변하는가?
- ▶ 충전 작업 중에 정확하고 일관되게 충전 중량을 맞출 수 있는가?

또한 분말 특성은 완제품의 특성에도 영향을 미칩니다.

예를 들면 다음과 같습니다:

- ▶ 제약 정제 특성 - 분말은 무게 가변성, 경도, 용해성 및 안정성을 결정합니다.
- ▶ 파우더 코팅 - 파우더가 효율적으로 유동화되고 뭉치지 않고 패널에 균일하게 분사될 수 있는지 여부.
- ▶ 화학 제조 - 분말 원료의 응집력이 너무 강해서 해당 공정에서 잘 섞이지 않는지?

분말의 거동은 공정과 완제품의 특성 모두에 영향을 미칩니다!

분말 거동의 이해

입자의 물리적 및 화학적 특성이 분말의 거동을 크게 좌우하지만, 분말을 다루는 환경 (외부 변수)도 영향을 미칩니다.

입자 특성

입자 자체는 복잡하여 적절한 설명을 가진 집합으로 정의되는 경우가 드뭅니다. 입자 크기 분포는 전통적으로 고려되어 왔고 여전히 중요하지만, 실제로는 많은 입자 속성들이 파우더의 전반적인 거동에 영향을 미칩니다:

- ▶ 입자 크기 및 분포
- ▶ 모양
- ▶ 표면 재질
- ▶ 표면적
- ▶ 밀도
- ▶ 응집력
- ▶ 접착력

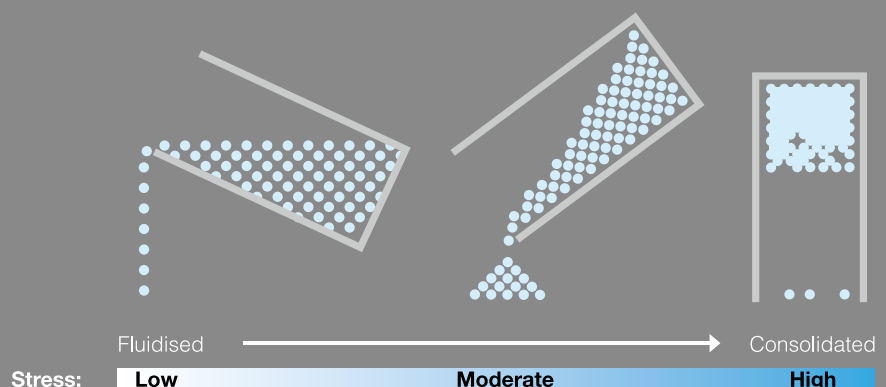
- ▶ 탄성
- ▶ 소성
- ▶ 다공성
- ▶ 충전 가능성
- ▶ 경도 / 마모 가능성
- ▶ 흡습성
- ▶ 비정형 물질

이러한 특성 중 일부는 직접 측정할 수 있지만 다른 특성은 더 까다롭습니다. 모두 파우더의 거동 방식에 영향을 미칩니다.

외부 변수

더 복잡한 요인은 분말의 거동이 노출되는 환경 조건에 따라 달라진다는 것입니다. 응집된 경우, 느슨하게 포장되었다거나 심지어 공기가 통하는 경우에 그 특성은 매우 달라집니다.

각 이미지에서 입자의 물리적 및 화학적 특성은 동일하지만, 공기 함량과 입자 간의 접촉응력 변화로 인해 분말이 흐르는 방식은 매우 다릅니다.

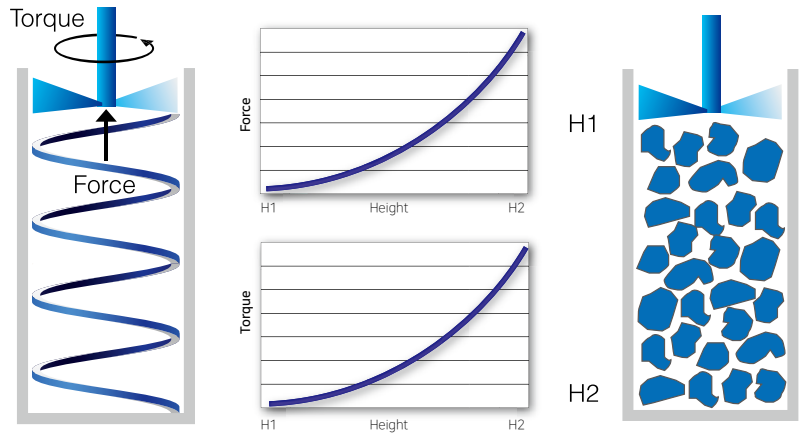


고유한 측정 파라미터 세트

FT4의 동적 원리는 블레이드가 아래쪽과 위쪽 모두 수직으로 회전하며 움직여야 합니다.

따라서 회전에 대한 저항력과 수직 이동에 대한 저항력이 발생합니다. FT4는 회전 저항력과 수직 저항력을 각각 토크와 힘의 형태로 측정합니다.

이 두 신호의 합이 분말의 총 흐름 저항을 정량화하기 때문에 두 신호를 모두 측정해야 합니다.



블레이드가 분말을 통과하는 나선형 경로를 따라 아래로 이동하면서 회전력과 수직에 대한 힘을 동시에 측정합니다.

공정 다양성

모든 공정 환경의 특성상 다양한 조건을 피할 수 없으며, 처리되는 분말은 다양한 스트레스 환경 하에서 처리됩니다.

파우더의 공정 중 성능을 완벽하게 예측하려면, 분말이 이러한 각 외부 변수에 어떻게 반응하는지 측정하고 정량화하는 것이 필수적입니다.

외부 변수	시기와 위치	영향
강화	▶진동/탭핑 ▶직접 압력(hopper, BC, keg)	▶입자 압력, 접촉 면적, 접촉점 수 증가 ▶입자 사이의 공기 함량 감소 (다공성 감소)
공기 투과	▶중력 감퇴 ▶블렌딩 ▶공압 이송 ▶에어로졸화	▶입자 압력, 접촉 면적 및 접촉점 수 감소 ▶입자 사이의 공기 함량 증가 (다공성 증가)
흐름(전단)속도	▶파우더 내부 ▶장비 벽에 닿는 파우더 ▶혼합	▶대부분 비 뉴턴식 ▶더 낮은 유량에서의 저항력 향상
습기	▶보관 ▶처리 ▶의도적인 도입 (과립화)	▶입자 강성 감소 ▶규정을 더 준수함에도 접촉 표면적은 증가 ▶전기 전도성 향상
정전기적 충전	▶호퍼로부터 방출 ▶공압 이송 ▶고전단 혼합	▶입자간 결합 강도 증가 ▶파우더가 장비에 밀착
저장 시간	▶재료/중간체	▶경화 ▶점결성

에너지의 총량은 두 저항을 총 에너지, 즉 칼날이 파우더 컬럼의 상단에서 하단까지 파우더를 통과하는 데 필요한 에너지로 표현할 수 있습니다. 그러나 칼날이 분말을 통과할 때 토크와 힘의 값은 지속적으로 변하기 때문에 매우 짧은 이동 거리에서 분말을 통과하는 데 필요한 에너지를 자주 계산해야 합니다. 이것이 바로 블레이드 이동 거리 1밀리미터당 측정된 에너지인 에너지 구배를 계산하는 것으로, mJ/mm로 표시됩니다.

에너지의 총량 = 에너지 = (총 힘 x 이동 거리)

여기서 '저항'은 회전력과 수직에 가해지는 힘을 합한 값입니다.

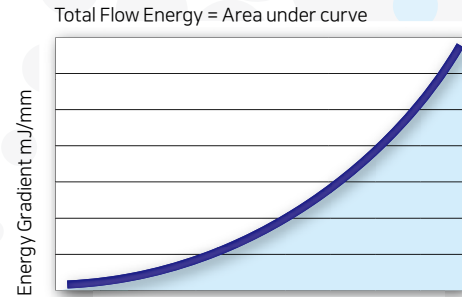
에너지 변화도 = 블레이드 이동 거리 mm당 에너지

에너지 변화도 곡선 아래의 면적을 계산하면 동적 상태에서 파우더가 흐르기 위한 저항을 나타내는 총 흐름 에너지가 제공됩니다.

정확도

회전 및 수직에 가해지는 힘에 대한 신호들을 제외하면 계산된 흐름 에너지 값이 파우더의 총 흐름 저항을 나타내지 않으므로 잘못된 데이터가 발생할 수 있습니다.

이 기술의 회전 특성으로 인해 전체 저항의 약 90%가 회전 신호에서 발생하고 나머지 10%는 힘 구성 요소에서 발생합니다. 이는 유변학적 특성을 평가할 때 수직에서 가해지는 힘뿐만 아니라 회전력을 측정하는 것이 중요하다는 것을 강조합니다.



에너지 기울기는 회전 및 수직힘의 측정값에서 직접 계산됩니다.

그림 완성하기

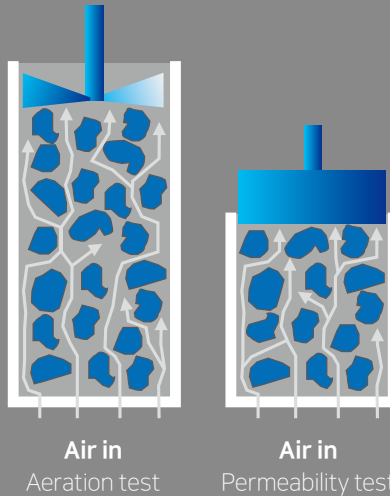
FT4는 블레이드를 사용하여 유량 에너지를 측정하는 동적 방법론 외에도 다른 액세서리와 작동 모드를 활용하여 분말의 특성을 완벽하게 분석합니다.

에어레이션

에어레이션 제어 장치는 분말이 들어 있는 용기의 바닥에 정확한 공기속도를 제공하는 장치입니다. 다양한 속도를 사용할 수 있으며 이 장치는 USB를 통해 FT4 컴퓨터와 자동으로 통신합니다.



동적 테스트 중에 파우더 베이스에 공기를 주입하면 에어레이션 에너지를 측정할 수 있습니다. 이는 파우더가 에어레이션 될 때 파우더의 유동 특성이 어떻게 변하는지를 정량화합니다. 파우더의 응집력과 직접적으로 관련된 특성인 에어레이션 에너지가 증가합니다.



압축 피스톤을 사용하여 파우더가 응집되는 동안 공기가 유입될 수도 있습니다. 주어진 공기 속도와 적용된 응집력에 대해 파우더 컬럼 하단에서 측정된 공기 압력은 파우더가 입자 사이로 공기를 전달할 때 파우더가 입자 사이로 공기를 전달합니다. 베드의 저항성이 높을수록 측정된 기압이 커지고 투과성이 낮아집니다.

수직 압축

파우더 컬럼 상단에 '압축 피스톤'을 이용하여 제어되는 일정 압력하에서 파우더의 응집력을 확인할 수 있습니다.



회전 전단

전단 셀 및 벽 마찰 모듈을 FT4에 부착하여 분말의 전단 강도와 분말과 특정 벽 재료 사이의 벽 마찰을 측정하는 데 사용할 수 있습니다.(ASTM D7891에 따름).

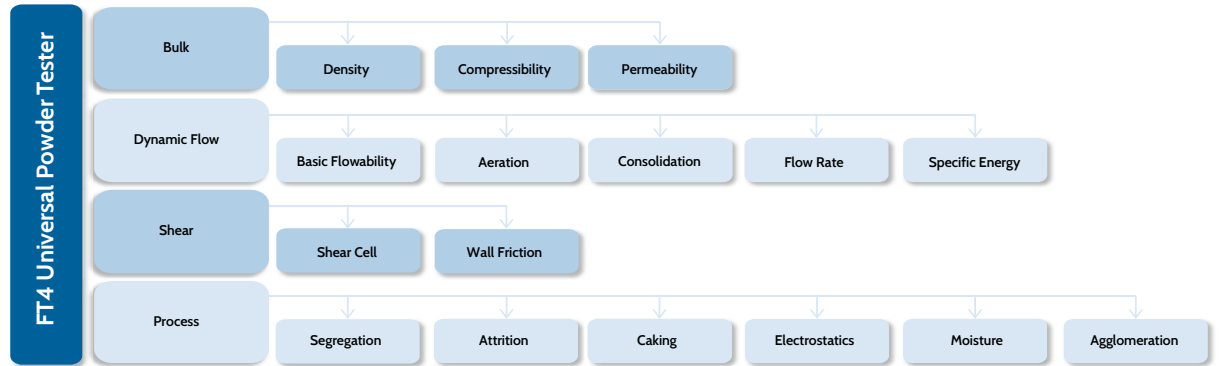
제어된 정상 응력을 가한 다음 회전을 일으켜 전단을 유도합니다. 저항이 클수록 전단 강도가 높아집니다.



제어된 힘(수직 응력)
회전 (전단 응력)
파우더를 넣은 유리 용기

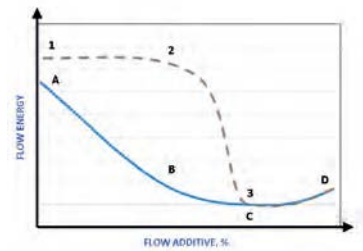
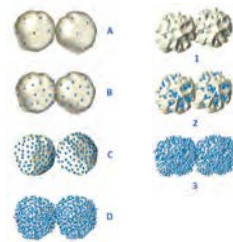
분석 방법론

FT4 분말 레오미터는 다음과 같이 네가지 범주의 방법론으로 정의되는 진정한 범용 분말 테스터입니다. 벌크, 동적 흐름, 전단 및 공정으로 구성됩니다



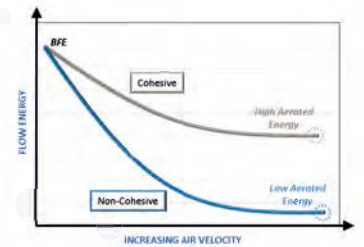
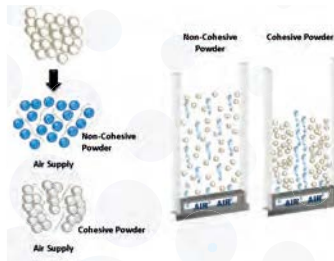
기본적인 유동성 - 컨디셔닝된 상태의 파우더의 동적 유동 특성을 측정합니다.

- ▶ 흐름첨가제
- ▶ 습식과립화중점
- ▶ 수분함량
- ▶ 마모/분리
- ▶ 물리적특성(입자크기,모양,표면질감등)
- ▶ 정전기충전



에어레이션 - 파우더의 응집력을 직접 측정합니다.

- ▶ 투약/질량균일성
- ▶ 에어로졸화/
- ▶ DPI
- ▶ 동화 거동
- ▶ 블렌딩/믹싱
- ▶ 분리 가능성

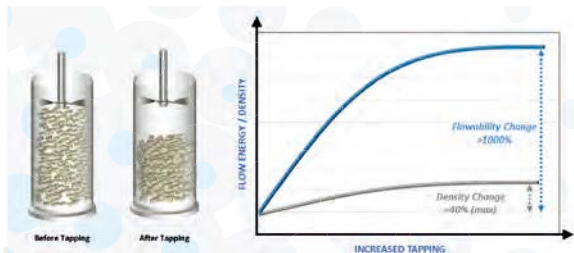


응집 - 직접 응집 또는 진동이 분말 흐름 특성에 미치는 영향을 이해합니다.

- ▶ 직접압력
- ▶ 탭핑

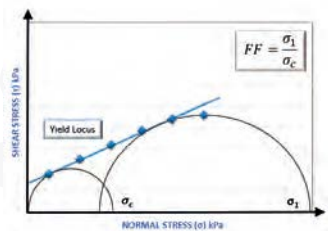
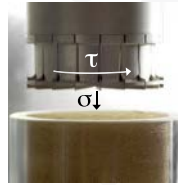
하기효과를들을이해합니다:

- ▶ 운송
- ▶ 저장
- ▶ 가공
- ▶ 점결성



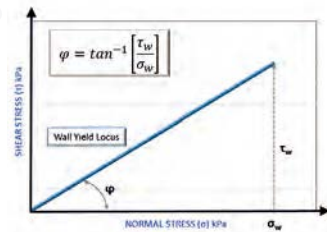
전단 셀 - ASTM 표준 D7891에 따라 분말의 전단 강도를 정량화합니다. 호퍼의 거동을 이해하고 호퍼 설계 연습에 사용하기 위한 용도로 사용됩니다. 샘플 크기는 1m까지 가능합니다.

- ▶ 무한 인장 강도
- ▶ 흐름 기능
- ▶ 응집력
- ▶ 내부 마찰 각도



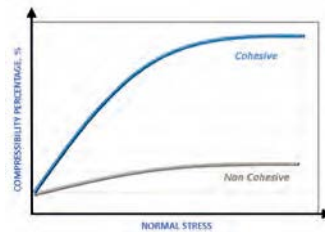
벽면 마찰 - ASTM 표준 D7891에 따라 분말과 장비 표면 사이에 작용하는 마찰을 측정합니다. 호퍼 설계에도 필요합니다.

- ▶ 분말과 표면 재료 사이의 마찰 측정
- ▶ Hopper, IBC, Punch, Die wall
- ▶ 호퍼 설계를 위한 벽면 마찰 각도



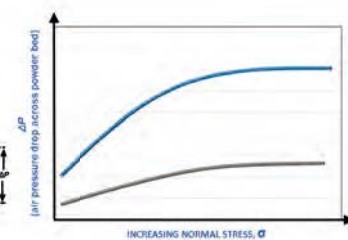
압축성 - 직접 가해지는 응집 하중의 결과로 분말의 밀도 변화를 결정합니다.

- ▶ 운송
- ▶ 보관
- ▶ 처리
- ▶ 스크류체결
- ▶ 압출



투과성 - 입자 사이와 분말 베드를 통과하는 공기 흐름에 대한 저항을 측정합니다.

- ▶ 태블릿 캡핑 / 라미네이션
- ▶ 에어로졸화 / DPI
- ▶ 호퍼 흐름
- ▶ 압축
- ▶ 공압이송



검증된 어플리케이션

FT4는 제약, 제약 정밀 화학, 식품, 화장품, 식품, 화장품, 토너, 금속, 오너, 금속, 세라믹, 플라스틱, 분말 코팅, 시멘트 분말 코팅, 시멘트 및 첨가제 제조를 포함한 모든 분말 가공 산업에서 모든 분말 플라케이션에 적용이 입증된 제품입니다.

적용범위는 다음과 같습니다:

- ▶ 충전
- ▶ 정제 압축
- ▶ 호퍼 흐름
- ▶ 습식 과립화 종료점 및 규모 확장
- ▶ 흐름 첨가제 선택 및 최적화
- ▶ 습도 효과
- ▶ 정전기 전하
- ▶ 혼합/블렌딩
- ▶ 공급
- ▶ 분리
- ▶ 침식
- ▶ 건조 분말 흡입기
- ▶ 경화
- ▶ 분쇄
- ▶ 운반
- ▶ 벽 마찰 및 접착력
- ▶ 호퍼 디자인
- ▶ 컴팩트한 경도 및 출력

유량을 조사하는 다른 방법

감도, 응집 및 입자 크기 감소/입자 모양 변화의 효과도 사용할 수 있습니다.

개발 환경에서 제형 최적화, 공정 중 성능 예측, 배치 차이 이해, 원료 또는 중간체의 품질 보장 등 어떤 목표를 달성하든 FT4는 귀사의 과제 해결에 도움이 되는 귀중하고 고유한 정보를 제공합니다.

직관적인 소프트웨어와 유연한 액세서리

FT4는 CFR21 Part 11 지침에 따라 작성된 완전히 구성된 소프트웨어와 함께 제공됩니다. 파우더 레오미터 제어 소프트웨어는 직관적이고 사용하기 쉬우며 마법사 스타일의 인터페이스를 통해 작업자를 안내하여 시료 분석이 복잡하지 않도록 보장합니다. 데이터 분석 패키지는 복잡하게 제공됩니다. 데이터 분석 패키지는 현장 라이선스와 함께 제공되므로 실험실 밖에서도 여러 현장 사용자가 데이터 해석 및 보고를 수행할 수 있습니다. 지원 문서 형태의 추가 어플리케이션은 모든 방법론, 데이터 해석, 보정 및 필요할 수 있는 추가 지원에 대한 기기내 포괄적인 지원을 제공합니다.

FT4에는 10ml에서 160ml 범위의 시료 부피를 분석할 수 있는 표준 용기 크기를 포함한 다양한 액세서리를 사용할 수 있습니다. 또한 시료 크기가 매우 제한적인 경우 1ml 시어 셀을 선택할 수 있습니다. 추가 액세서리로는 피스톤, 전단 헤드, 벽 마찰 키트, 폭기 제어 장치 및 테스터가 있습니다. 필요한 경우 보정 표준 분말도 사용할 수 있습니다. 사용 가능한 액세서리의 전체 목록은 Freeman Technology 또는 현지 담당자에게 문의하십시오.

Freeman Technology는 분말 특성화 계측기 설계 및 분말 처리 응용 분야에서 15년 이상의 경험을 보유하고 있습니다. 따라서 Freeman Technology와의 협력은 단순히 계측기를 구입하는 것 이상의 의미를 갖습니다. 전문 지식과 노하우를 바탕으로 전 세계 FT4 분말 레오미터 고객에게 실제 경험을 바탕으로 광범위하고 지속적인 상담 및 어플리케이션 지원을 제공합니다.

FT4 사양

시스템

FT4 Powder Rheometer는 분말, 페이스트 및 반고체의 유변학적 특성을 측정하기 위해 실험실 환경에서 사용하도록 설계되었습니다.

다음 EMC 규격 및 ASTM 국제 표준을 준수합니다.

- EN61000-3-2:2001
- EN61000-3-3: 1995
- EN61326: 1997 + A2:2001
- ASTM D7891

요청 시 적합성 인증서를 제공해드립니다.

성능

힘	최대 +/- 50N 0.0001N 분해능 +/-
토크	최대 900mNm로터 속도 0.002mNm 분해능
수직 이동	185mm
로터 속도	최대 120 rpm
축 방향 속도	최대 30 mm/sec
공기 중 잔류 에너지	< 2mJ

COMPUTER SPECIFICATION

이 기기는 고사양 프로세서가 통합되어 있으며 Microsoft Windows 임베디드 운영 체제에서 작동합니다. 네트워킹 기능과 범용 직렬 신호가 내장되어 있어 모든 자동화 액세서리의 직렬 데이터 체인 연결을 제공합니다.

구조

작동 구간:	316 스테인리스강
접촉 부품:	316 스테인리스강 보로실리케이트 유리 Delrin 및 Peek플라스틱

치수

주 기기	306 x 306 x 760mm 높이
------	----------------------

무게

주 기기	순무게 22kg
------	----------

전원 요구사항

공급 전압 범위:	90 ~ 264VAC
입력 전압 범위:	120VAC에서 1.6A 230VAC에서 0.8A
입력 주파수 범위:	47Hz ~ 63Hz

환경 조건

습도 범위	20-80% (비응축)
온도 범위 (작동)	10°C to 40°C
온도 범위 (보관)	0°C to 50°C

용기

정밀 보어, 보로실리케이트 유리	
표준 크기:	25mm x 10ml 분할 용기 25mm x 25ml 분할 용기 25mm x 35ml 용기 50mm x 85ml 분할 용기 50mm x 160ml 분할 용기 50mm x 260ml 용기 62mm x 137ml 분할 용기 62mm x 240ml 분할 용기 62mm x 400ml 용기

블레이드

경화 스테인리스 강	
표준 크기:	직경 23.5mm x 너비 6mm 직경 48.0mm x 너비 10mm 직경 60.0mm x 너비 10mm

교정 키트

힘, 토크, 높이, 전달 속도 및 스핀 속도가 교정에 따라 구성됩니다.
교정 비품, 분동 및 높이 게이지가 교정 키트의 일부로 제공됩니다.
교정은 최신 및 모든 이전 교정에 대한 기록이 자동으로 저장됩니다.

액세서리

25mm 액세서리 키트
50mm 액세서리 키트
62mm 액세서리 키트 폭기 제어 키트
24mm 전단 셀
48mm 전단 셀
24mm 벽면 마찰 키트
48mm 벽면 마찰 키트
1ml 전단 셀

소프트웨어

모든 제어 및 데이터 수집 소프트웨어는 기기와 함께 제공 및 구성되며 Microsoft Office가 포함되어 있습니다.





freemant^{technology}

a  micromeritics® company

Freeman Technology Head Office

Freeman Technology Ltd
1 Miller Court
Severn Drive
Tewkesbury
Gloucestershire
GL20 8DN
UK

+44 (0)1684 851 551

info@freemantech.co.uk

마이크로메리틱스 인스트루먼트 코퍼레이션

Address: 대전광역시 유성구 테크노2로 187,
미건테크노월드 2차 438,439 [34025]

Tel: 042-826-7633

Email: info.kr@micromeritics.com

Web: www.micromeritics.kr

Naver: blog.naver.com/micromeritickorea

+1 (770) 662 3636

info@micromeritics.com

www.freemantech.co.uk

