

# 파동 기계학

MCR 진화



# 분말 특성화를 위한 유일한 고정밀 시스템

분말과 입자 매체를 다룰 때에는 특히 가공과 보관이 까다로운 일이 될 수 있습니다.

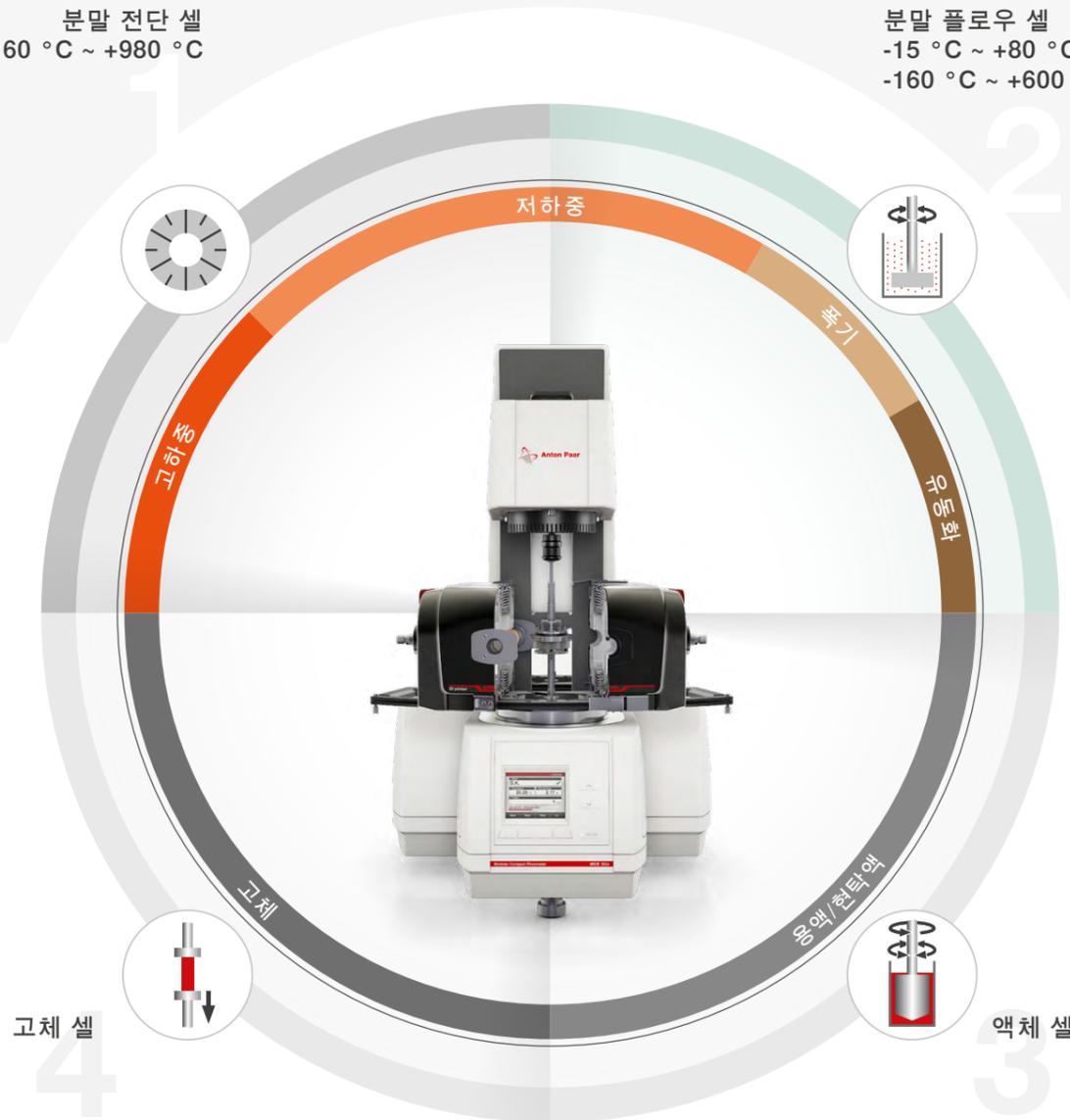
효율적인 품질 관리와 원활한 분말 가공을 위해 MCR Evolution 레오미터를 이용한 실제 분말 유변학을 적용하여 제조 공정을 시뮬레이션하며, 실제 조건에서 분말의 거동에 대해 그 특성을 분석할 수 있습니다.

분말 전단 셀 및 분말 플로우 셀이 결합되어 있는 MCR Evolution 레오미터는 포괄적인 분말 특성화에 필요한 모든 가능성을 제공합니다. 이 독창적인 시스템은 매우 정밀한 감도로 분말 거동을 측정하고 매우 정확한 결과를 제공합니다.

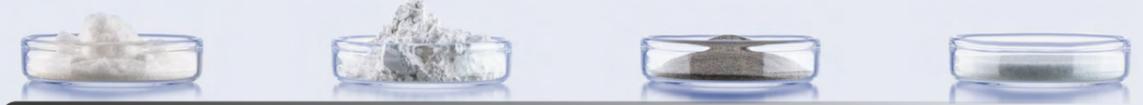
RheoCompass 소프트웨어의 직관적인 사용자 인터페이스를 사용하면 몇 번의 클릭만으로 완전 자동화된 측정을 실행하는 동시에 모든 측정 매개 변수에 대한 완전한 자율성을 유지할 수 있습니다. 여러 클라이언트로 "관리 탭"을 지원하며 중앙 데이터베이스 및 ERP 연결성을 갖추고 있습니다.

분말 전단 셀  
-160 °C ~ +980 °C

분말 플로우 셀  
-15 °C ~ +80 °C  
-160 °C ~ +600 °C (BFE)



## 일반적인 적용 분야



- 매우 응집력 높음 (Very high cohesiveness)
  - 응집력 있음 (Cohesive)
  - 쉽게 흐름 (Easy to flow)
  - 자유롭게 흐름 (Free to flow)
- 이상적: 분말 전단 셀 (Ideal: Powder Shear Cell)  
 분말 플로우 셀(가능\*) (Powder Flow Cell (possible\*))
- 이상적: 분말 플로우 셀 (Ideal: Powder Flow Cell)  
 분말 전단 셀(가능\*) (Powder Shear Cell (possible\*))

\*표준 템플릿의 변형이 필요 혹은 측정 셀을 사용한 제한된 테스트 가능

## 진정한 분말 유변학 시험법

고하중	저하중	폭기	유동화
전단 테스트	벽면 마찰 케이킹		
유동성   겉보기 밀도   압축성			
	겉보기 밀도	응집력	
		투과성	
		인장 강도	
		기본 유동성 에너지*	압력 강하
		비에너지*	공기 잔류
			유동층 점도
			분리

- 분말 전단 셀
- 분말 전단 및 플로우 셀
- 분말 플로우 셀 20 및 30
- 분말 플로우 셀 30

\*분말 플로우 셀 10 또한 가능

# 분말 플로우 셀 - 기능

## 분말에서 고체까지 - 단 하나의 측정 셀로 진정한 분말 유변학 및 겉보기 밀도 측정

진정한 분말 유변학은 분말의 특성을 파악하고 이해할 수 있도록 돕습니다. 회전 및 진동 측정이나 전단 속도, 공기 흐름에 따른 테스트까지, 레오미터의 기능을 통해 광범위한 전용 분말 측정 시험법을 사용할 수 있습니다.

### 특허를 획득한 먼지 방지 시스템

특허를 획득한 (EP 3067684) 먼지 방지 후드로 시료의 깨끗하고 안전한 취급을 보장합니다. 시료가 완전히 유동화된 상태에서도 잠재적으로 위험한 미세 파우더로부터 작업자와 장비를 보호합니다. 이 시스템은 공기 쉴과 기하학적 장벽을 결합하여 MCR Evolution 레오미터의 뛰어난 정확도와 분해능을 10 nNm 미만으로 유지하면서 파우더 플로우 셀을 100 퍼센트 방진 상태로 만드는 4중 샤프트 씰링 기술을 기반으로 합니다.

### 분말 준비 모드를 통한 신뢰할 수 있는 결과

Anton Paar는 에어 베어링 레오미터의 매우 높은 감도와 자동화 시료 준비 모드를 결합하여 최고 ±0.5 %에 해당하는 독보적인 재현성을 제공합니다. 이러한 감도를 통해 매우 유사한 분말도 구분할 수 있으며, 시료 내의 작은 변화도 감지할 수 있도록 합니다.

### 분말 유변학 그 이상

분말의 이해를 통한 비용 절감:

- Anton Paar MCR Evolution 레오미터를 도입하여 고전적인 유변학, DMA, 마찰학, 기계 테스트와 같은 수많은 응용 분야에 활용해 보세요.
- 분말 플로우 셀을 사용한 겉보기 밀도 측정



## 사양 - 분말 플로우 셀

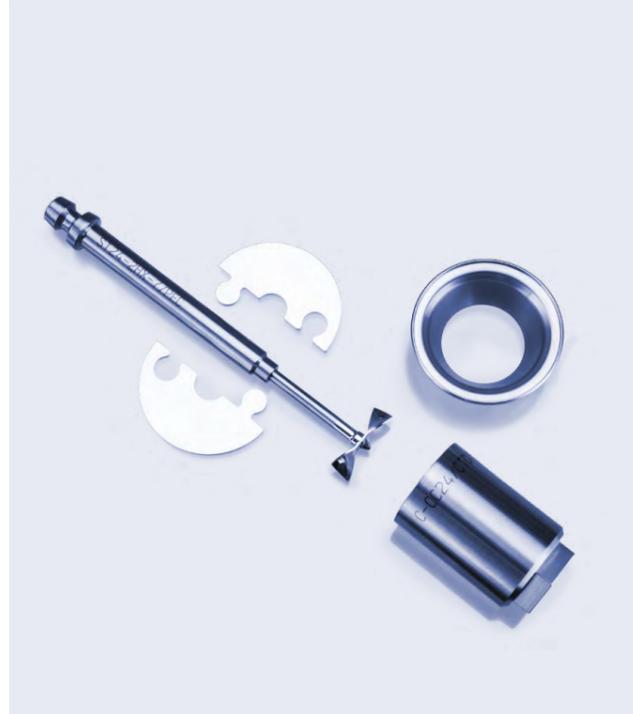
	PFC 30	PFC 20	PFC 10
시료 부피	↓ 60 mL ~ 120 mL	↓	↓ 21 mL
토크 범위	10 nNm ~ 300 mNm		
수직 응력	22 kPa		-
온도 옵션	-15 °C ~ +80 °C	-15 °C ~ +80 °C (업그레이드 키트를 통해 가능)	-160 °C ~ +600 °C
습도 옵션	요청 시 맞춤 구성 가능		CTD 180HR 및 습도 옵션 사용 시 5 °C ~ 120 °C에서 5 %RH ~ 95 %RH
측정 시스템과 호환됨	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양날 교반기</li> <li>- 나선형 양날 교반기</li> <li>- Warren-Springs 지오메트리</li> <li>- 교환 가능 디스크 포함 파우더 전처리 세트(스테인리스 스틸, 기체 투과, PTFE, 요청 시 추가 소재)</li> <li>- 실린더 및 프로파일 실린더</li> </ul>		- PFC 10용 나선형 양날 교반기(요청 시 추가 교반기 제공), PFC 20 및 PFC 30 교반기와 호환되지 않음
측정 방법	유동식, 폭기식 및 저부하 조건의 경우	비유동식, 폭기식 및 저부하 조건의 경우	비유동식, 폭기식 조건의 경우(BFE 및 SE)
먼지 방지	포함		-
유동화 옵션	0.05 L /min에서 최대 80 L /min 까지 체적 유량을 위한 3개의 질량 유량 컨트롤러 선택 가능	업그레이드 키트 사용 가능	-
액세서리	코팅되지 않은 유리 튜브가 있는 ø 50 mm PFC  옵션: FTO 코팅된 유리/스틸 튜브		스테인리스 스틸 재질의 ø 24 mm PFC  옵션: 인코넬 재질 혹은 일회용의 계량용 컵
호환성	MCR xx2 시리즈 및 MCR xx2 Evolution	MCR xx1, MCR xx2, MCR xx2 Evolution	MCR xx2 시리즈 및 MCR xx2 Evolution

# 분말 플로우 셀 - 설정

용도와 필요성에 따른 사용자 맞춤 구성 가능



특정 용도 및 측정을 위해 설계된 측정 시스템



고온에서의 기본적인 유동성 에너지 측정을 위한 PFC 10

## 겉보기 밀도

재사용 가능한 자유 유동 변위 분말을 사용하여 0.3 cm<sup>3</sup> ~ 25 cm<sup>3</sup> 시료 크기 범위에서 고체의 벌크 밀도에 대한 특성 분석을 위한 간단하고 안전한 측정 방법입니다. 전체 충전 부피에 대해 적어도 25% 이상의 시료량에서 최대 1%의 반복 정확도로 정밀한 부피 측정이 보장됩니다. = 절대 밀도를 정량화하는 가스 피크노메트리 측정과 결합하여 고체 물질의 다공성 및 특정 기공 부피를 측정할 수 있습니다.



# 분말 플로우 셀 - 용도

진정한 분말 유변학을 통해 모든 용도에 적합한 측정 수행

높은 다용성을 기반으로, 분말 플로우 셀은 분말의 심층적 특성화에 사용하거나 사용이 간편한 품질 관리 도구로 사용할 수 있습니다. 빠른 테스트로 제품의 품질을 관리하는 동시에, Anton Paar의 MCR Evolution 레오미터의 정밀도를 활용할 수 있습니다. 다양한 측정 방법 중 하나를 사용하여 완제품뿐 아니라 처리, 취급, 보관 중 있는 그대로의 분말에 대해 특성 분석을 수행할 수 있습니다.

응용 분야

- 충전 및 주입 - 배출 공정
- 정제화, 포장, 압축
- 분무 건조, 습식 과립화, 코팅
- 믹싱 및 블렌딩
- 운반
- 유동층 반응기
- 마모 조사
- 레이킹, 닥터 블레이딩
- 유동 첨가제의 영향
- 습도의 영향
- 고체의 겉보기 밀도 측정

표준

- DIN-EN-ISO 8130-15:2024-01 (분말 코팅)

대표적인 산업

화학, 폴리머



식품



첨가제 제조

사양 MCR Evolution 레오미터

베어링	공기
EC 모터	✓
회전 모드	✓
진동 모드	✓
Toolmaster	✓
측정 시스템용 QuickConnect	✓
구배가 거의 없는(수평, 수직) 온도 제어	✓
T-Ready	○
TruRate	○
TruStrain	○

RheoCompass 소프트웨어

Test designer	✓
Report designer	✓
관리형 실험실, 다수의 클라이언트 및 서버	○
온도 보정	✓
○ 선택사항	✓ 포함사항

# 분말 전단 셀 - 기능

## 온도 및 습도 제어 기능을 갖춘 유일한 시스템

분말 전단 셀은 습도 발생기에 연결 가능한 온도 장치와 결합하도록 설계되어 온도(-160 °C ~ +980 °C) 및 습도 (5 %rH ~ 95 %rH)가 보관, 취급, 가공 시 분말에 미치는 영향을 측정할 수 있도록 합니다. 링 전단 셀 설계를 통해 균일한 전단 조건에서 높은 정밀도를 제공합니다.

## 절대적인 재현성 - 소량의 시료도 측정 가능

MCR Evolution 레오미터는 최소 4.3 mL의 적은 양을 측정하는 경우에도 분말 전단 셀과 함께 완벽한 정확도와 감도로 분말 전단 시험을 실행할 수 있도록 합니다. 시료 준비 벤치가 포함되어 있으므로 시료를 항상 동일하게 준비할 수 있어 작업자의 영향을 크게 줄이고 재현성을 높입니다. 시료 준비 벤치를 시간 통합 테스트에 이용하여 장비의 다른 측정을 차단하지 않아도 분말 거동이 시간의 흐름에 따라 어떻게 변화하는지 알 수 있습니다.

## 완벽한 제어를 위한 강력한 소프트웨어

직관적인 사용자 인터페이스를 통해 모든 측정 매개 변수에 대한 완전한 자율성을 유지하며, 단 두 번의 클릭으로 완전 자동화된 측정을 실행할 수 있습니다. 모든 측정을 필요에 맞게 조정할 수 있습니다. 이 소프트웨어는 또한 흐름 기능( $\dot{\gamma}_c$ ) 및 내부 마찰각 등 모든 전단 셀 측정 매개 변수의 자동 분석을 갖추고 있습니다.

## 효율성을 높이고 사업 발전을 촉진하기 위한 설계

비용 및 낭비 감소:

- 주입 및 배출 문제를 방지하여 효율성 향상
- 분말의 거동에 따라 최적화된 처리 매개 변수를 갖춘 이상적인 장비의 사용
- 정기적으로 분말의 특성 분석을 수행하여 품질 관리를 최적화하고 효율성을 극대화



## 사양 - 분말 전단 셀

시료 부피	4.3 mL 및 18.9 mL
토크 범위	0.5 nNm ~ 300 mNm (기기에 따라 다름)
수직 응력 범위	- 전단: 최대 30 kPa - 압축: 최대 110 kPa (시료 및 셀에 따라 다름)
온도 옵션	- -20 °C ~ +180 °C, CTD 180 HR 사용 - -150 °C ~ +450 °C, CTD 450 사용 - -160 °C ~ +600 °C, CTD 600 MDR 사용 - 최대 980 °C까지 맞춤 설정
습도 옵션	- 5 %rH ~ 95 %rH CTD 180 HR 및 습도 옵션 사용 시 5 °C ~ 120 °C에서
측정 시스템	구성에 포함됨:  - 소형 전단 시스템(4.3 mL) - 대형 전단 시스템(18.9 mL) - 교환 가능 디스크 포함 벽면 마찰 시스템(스테인리스 스틸, 알루미늄, PTFE, 요청 시 추가 소재 제공)  고온 응용을 위한 추가 옵션:  - 소형 전단 시스템 및 인코넬 재질의 하부 샤프트(전단 지오메트리 및 압축 지오메트리) - 압축/벽면 마찰 시스템
액세서리	구성에 포함됨:  - 시료 준비/시간 통합 벤치 - 소형 및 대형 전단 셀의 중량 베이스 - 소형 및 대형 전단 셀을 위한 중량 (1 kPa 단계 기준 12 kPa)
호환성	MCR xx2 시리즈 및 MCR xx2 Evolution

# 분말 전단 셀 - 설정

모든 전단 측정을 위한 완전한 설정



더 큰 입자를 위한 18.9 mL 부피의 대형 전단 셀



작은 입자, 귀중한 시료 및 최대 30 kPa의 높은 수직 응력을 위한 4.3 mL 부피의 소형 전단 셀



디스크를 쉽게 교체할 수 있는 벽면 마찰 측정 시스템



가장 정확한 온도 제어를 위한 통합 온도 센서가 있는 첨단 측정 샤프트

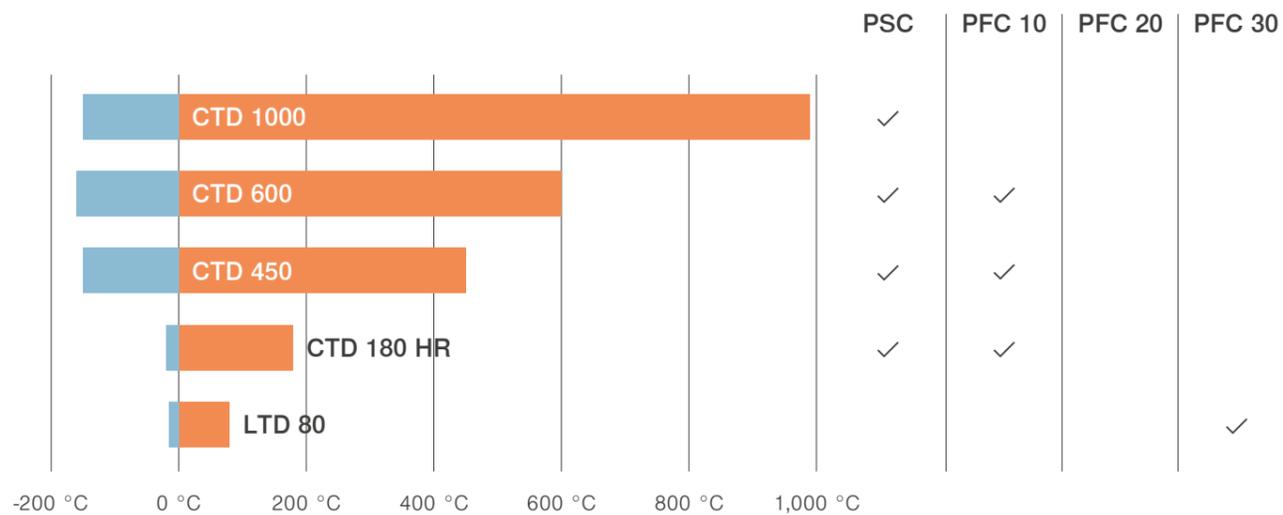


작업자의 영향을 줄이면서 일관된 시료 준비를 할 수 있는 시료 준비 벤치



장치를 차단하지 않고 시간 통합을 할 수 있는 소형 및 대형 전단 셀용 벤치 및 추

온도 및 습도 적용을 위한 PSC 및 PFC용 액세서리:



# 분말 전단 셀 - 용도

귀사의 응용 분야에 맞는 신뢰도 높은 전단 셀 측정

성능, 정밀도, 측정 효율성에 중점을 둔 이 링 전단 셀은 분말 분석을 위한 완벽한 도구입니다. 링 전단 설계는 파우더 베드 전체에서 일관된 전단 조건을 보장합니다. Anton Paar의 MCR Evolution 레오미터에는 가열 및 습도 옵션을 장착할 수 있습니다. 주변 조건을 정교하게 제어하여 귀사의 용도에서 온도와 습도가 분말의 거동에 어떤 영향을 미치는지 확인할 수 있습니다.

응용 분야

- 사일로 설계
- 흐름 동작(예: ffc)
- 시간 통합 동작(케이킹)
- 벽면 마찰
- 걸보기 밀도

대표적인 산업

제약



화학, 플랜트, 코팅



표준

- ASTM D6773
- DIN 1055
- USP 1174
- Ph.Eur.2.9.49



건축자재



식품



**Anton Paar**

안톤파코리아주식회사

경기도 성남시 분당구 양현로 240 (이매동, 13566)

**Anton Paar** Korea Ltd.

240, Yanghyeon-ro, Bundang-gu, Seongnam-si,  
Gyeonggi-do, 13566, Republic of Korea

Tel.: 02-6747-5771 Fax: 02-6747-5772

info.kr@anton-paar.com