Anton Paar

# 아스팔트용 동적 전단 레오미터

SmartPave 시리즈

# SmartPave: 동적 전단 레오미터 (DSR)

아스팔트 바인더 및 역청에 대한 요구사항, 특히 탄성과 유연성에 대한 요구사항은 최근 크게 높아졌습니다. 특히-도로 건설에서는 지속적으로 증가하는 교통량으로 인한 큰 부담을 견딜 수 있도록 새로운 개념의 아스팔트가 지속적으로 개발되고 있습니다. 그러나 기존의 시험 방법은 주로 폴리머로 변형된 이러한 혁신적인 재료를 특성화하는데 부족한 경우가 많습니다.

따라서 현대 아스팔트 및 역청 제품이 높은 요구사항을 충족하기 위해서는 품질 관리와 제품 개발 과정 모두에서 조사와 분석이 가능한 고성능 기기가 필요합니다. SmartPave 92 및 SmartPave 303 동적 전단 레오미터는 표준 측정 방법 또는 기존 유변물성 측정 방법으로 넓은 온도범위에서 기본 또는 변형된 아스팔트 바인더 및 역청을 분석할 수 있습니다.

당사의 동적 전단 레오미터는 EC 모터, Toolmaster™ 자동 도구 인식 시스템, 가장 정확한 펠티에 온도 제어 및 건조 시료 서모스탯 등 혁신적인 기술을 통해 수십 년 동안 전 세계에서 인정을 받았습니다. 이는 아스팔트 및 역청 유변학에서 타의 추종을 불허하는 정확성과 편의성, 사용 편의성을 보장합니다.

자세히 알아보기

**SmartPave 92**
SmartPave 92는 특히 아스팔트 테스트 실험실의 품질 제어 및 일상적 측정 요구를 위해 설계되었습니다.

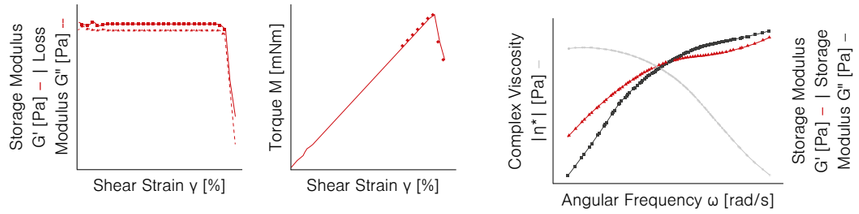
**SmartPave 303**
SmartPave 303는 가장 까다로운 측정 요구사항을 위해 제작되었습니다.

**MCR 503 Power**
MCR 503 Power 모듈식 소형 레오미터를 통해 포트폴리오를 완성함으로써, 당사의 레오미터는 최첨단 아스팔트 및 역청 분석에 대한 모든 요구사항을 충족합니다.

| **표준** | | |
|---|---|---|
| 표준 아스팔트 테스트용 | 고급 아스팔트 테스트 | 연구 개발 분야의 광범위한 아스팔트 테스트용 |
| AASHTO, ASTM, DIN EN, FGSV, IS, SATS, GOST, AGPT 사양 | | |
| **온도 범위** | | |
| -5 °C ~ +200 °C | -50 °C ~ +220 °C | -160 °C ~ +1,000 °C |
| **귀하에게 가장 적합한 선택** | | |
| 일상적인 연구실 작업을 위해 설계 | 모든 표준 유변학 테스트로 업그레이드 가능 | 액체에서 고체에 이르는 모든 재료의 완전한 유변학적 특성화 |

# 아스팔트 및 역청 테스트

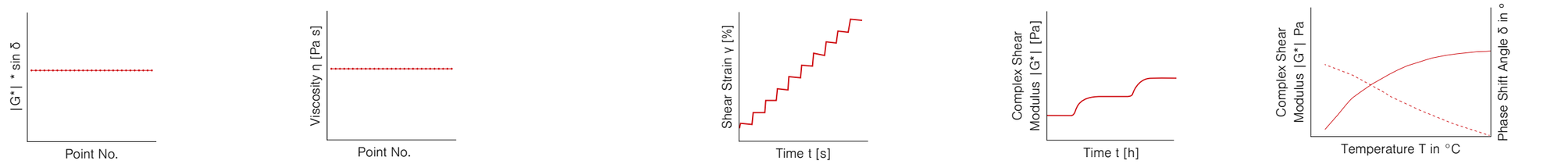
## SmartPave 시리즈를 이용한 아스팔트 바인더 및 역청 테스트:




**고체 역청 및 아스팔트 모르타르 시료에 대한 DSR 테스트**
광범위한 온도 범위에서 유리 상태부터 용융 상태에 이르는 물질을 특성화하여, 전이 온도와 이완을 정밀하게 측정할 수 있습니다. 동적 기계 분석(DMA)에서는 고체 원형(SCF), 직사각형(SRF) 또는 평행판 시스템과 같은 다양한 고정 장치를 사용하여 고체의 온도 및 기계적 거동을 조사할 수 있습니다.

**마스터 곡선을 포함한 완전한 유변학적 특성화**
역청 및 아스팔트 바인더에 대한 모든 표준 유변학적 테스트를 회전 및 진동 모드에서 수행합니다. 여기에는 유동 곡선, 3구간 시간 테스트(3ITT), 진폭 및 주파수 스윕, 온도 테스트, 마스터 커브 생성이 포함됩니다.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SmartPave 303** | | | | | ✓ |
| **MCR 503 Power** | | | ✓ | | ✓ |




**AASHTO T315 / ASTM D7175에 따른 Superpave 성능 등급**
환경 요인과 포장 온도를 포함한 일반적인 사용 조건을 기준으로, 6 °C ~ 88 °C의 온도 범위 내에서 정격 성능에 따라 아스팔트 바인더를 분류합니다.

**AASHTO T316 / ASTM D4402 / DIN EN 13702에 따른 아스팔트 바인더의 점도 측정**
회전식 점도계 또는 레오미터를 사용한 아스팔트 바인더 점도 측정을 위한 표준 시험 방법을 적용하여 60 °C ~ 180 °C 온도 범위에서 아스팔트 바인더의 가공성을 연구합니다.

**AASHTO T350 / ASTM D7405 / DIN EN 16659에 따른 다중 응력 크리프 회복 (MSCR)**
개질 아스팔트 바인더의 회복률 및 회복 불가능한 크리프 컴플라이언스를 측정하여 개질 아스팔트 바인더의 부식 성능을 측정합니다.

**GTR 개질(그라운드 타이어 고무) 아스팔트 바인더(AASSHTO 드래프트)의 유변학적 특성 측정**
아스팔트 바인더는 그라운드 타이어 고무(GTR)와 혼합하여 고속도로 건설 시 포장 특성을 적합하게 수정할 수 있습니다. 동심 실린더 펠티에 제어식 온도 장치를 기반으로 한 특수 DSR 설정으로 적절한 온도 범위에서 온도에 종속된 유변학적 특성을 측정합니다.

**DIN EN 14770에 따라 아스팔트 바인더의 온도에 종속된 유변학적 거동 측정**
기존의 표준 방식 외에도 저희는 넓은 온도 범위를 포괄하는 다양한 펠티에 제어식 온도 장치를 제공합니다. 도로 건설과 같은 응용 분야에서 아스팔트 바인더의 사용과 관련된 온도 의존성 유변학적 특성을 조사하기 위해, 측정 옵션 범위를 확장합니다.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SmartPave 92** | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| **SmartPave 303** | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| **MCR 503 Power** | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

# SmartPave 92 및 SmartPave 303

**완전히 자동화된 온도 교정**
아스팔트 테스트에서는 온도 정확도와 안정성이 매우 중요합니다. 아스팔트 바인더의 특성은 온도 변화에 매우 민감합니다. 작은 온도 편차가 측정 결과에서 큰 차이를 가져옵니다. 당사는 RheoCompass 소프트웨어를 통해 완전 자동화된 온도 보정과 확인 루틴을 제공합니다.

**가장 정확한 펠티에 온도 제어**
온도는 아스팔트 바인더 및 역청의 유변학적 조사에 가장 큰 영향을 미칩니다. SmartPave 92 및 SmartPave 303의 고유한 온도 제어 장치는 시료의 위와 아래에 가열 요소가 있는 최초의 펠티에 가열 시스템입니다. 온도 구배가 완전히 제어되며 가열과 냉각 속도가 매우 빠릅니다. 테스트 시간은 거의 절반으로 줄어드는 반면 재현성은 개선됩니다. 타의 추종을 불허하는 아스팔트 챔버로 시료 주변에 물 흐름이 발생하지 않습니다. 이를 통해 시료가 놓인 곳은 완전히 건조한 환경이 됩니다.

**Toolmaster™ – 자동 도구 인식 및 구성**
Toolmaster™ 는 레오미터를 위한 유일한 완전 무접촉 자동 도구 인식 및 구성 시스템입니다. 이 장치는 레오미터에 연결하는 즉시 측정 시스템과 온도 제어 장치를 인식하므로 데이터를 수동으로 입력할 필요가 없습니다.

**사용이 간편한 소프트웨어**
아스팔트 업계의 요구에 맞게 사용자 친화적인 레오미터 소프트웨어를 설계하였습니다. 소프트웨어는 국제 아스팔트 바인더 사양에 정의된 모든 시험 유형에 대한 단계별 사전 정의 지침으로 구성됩니다.

**귀사의 요구에 가장 잘 맞는 측정 형상**
시험 방법에 따라 병렬 플레이트, 콘 플레이트, 동심 실린더 시스템 등 다양하게 선별된 측정 시스템을 이용할 수 있습니다.

**측정 시스템의 손쉬운 장착**
QuickConnect는 측정 시스템 간 전환 시 편의성을 제공합니다. 쉽게 장착 가능한 이 커플링을 사용하여 측정 시스템을 한 손으로 연결할 수 있으며, 나사 조임 장치를 사용하지 않고도 시스템을 빠르고 편리하게 변경할 수 있습니다.

**명확한 시료 확인**
TruRay는 SmartPave 92 및 SmartPave 303에 포함된 독특한 개념의 조명으로, 시료와 측정 표면을 선명하게 관찰할 수 있게 해줍니다. 이는 특히 측정 간격을 정확하게 채우는데 유용합니다.

**하나의 모터에 담긴 25년 이상의 경험**
SmartPave 303의 재설계된 EC 모터(영구 자석 동기 모터, PMSM)는 마찰 없는 동기식 로터 운동을 구현하여 가장 섬세하고 정밀한 움직임을 가능하게 합니다. 고체와 저점도 액체를 포함하는 광범위한 점도 범위에서 정확한 결과를 보여줍니다.

# SmartPave 92 및 SmartPave 303용 액세서리

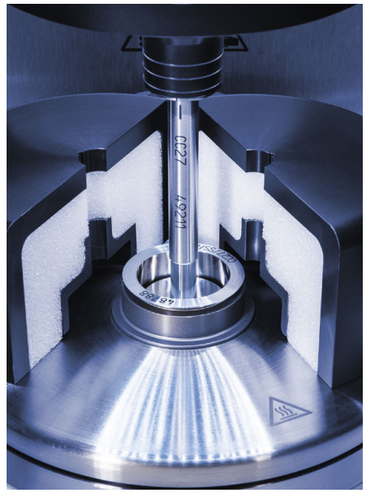
가장 정확한 온도 제어: 온도는 아스팔트 바인더 및 역청의 유변학적 연구에 가장 큰 영향을 미칩니다. 따라서 저희는 가열과 냉각 특성이 우수한 광범위한 펠티에 온도 장치를 제공합니다.

**최고 220 °C (H-PTD 220)의 병렬 플레이트 시스템 (P-PTD 220) 및 후드를 위한 펠티에 온도 제어**

- 진정한 펠티에 온도 제어식 후드
- 온도 범위:
  -50 °C ~ +220 °C
- AASHTO T315에 따른 최소 온도 기울기 ≤0.1 °C
- 건조한 시료 영역, 시료 주변에 물이나 가스 흐름 없음
- 360° 보기로 쉬운 접근과 시료 트리밍을 위한 슬라이딩 레일
- 국제 아스팔트 바인더 사양에 따른 모든 표준 역청 및 아스팔트 바인더 응용에 권장됨

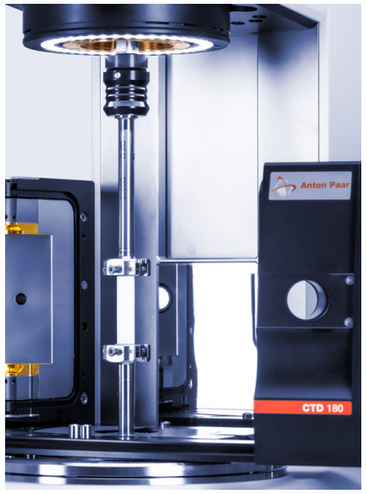
**최고 200 °C (H-PTD 200/AIR)의 병렬 플레이트 시스템 (P-PTD 220/AIR) 및 후드를 위한 공랭식 펠티에 온도 제어**

- CoolPeltier™: 펠티에 온도 제어로, 카운터 냉각을 위한 추가 유체 순환기가 필요 없는 내장형 에어 카운터 냉각 옵션을 갖춤
- 온도 범위:
  -5 °C ~ +200 °C
- AASHTO T315에 따른 최소 온도 구배 ≤0.1 °C
- 건조한 시료 영역, 시료 주변에 물이나 가스 흐름 없음
- 360° 보기로 쉬운 접근과 시료 트리밍을 위한 슬라이딩 레일
- 국제 아스팔트 바인더 사양에 따른 모든 표준 역청 및 아스팔트 바인더 응용에 권장됨



**동심 실린더 시스템(C-PTD 180/AIR)을 위한 펠티에 온도 제어**

- 온도 제어:
  0 °C ~ +180 °C
- 특허를 획득한 열전달 시스템에 따라, 수직 방향의 온도 구배가 없습니다(미국 특허 6,240,770, 1999)
- CoolPeltier™: 펠티에 온도 제어로, 카운터 냉각을 위한 추가 유체 순환기가 필요 없는 내장형 에어 카운터 냉각 옵션을 갖춤
- 최대 입자 크기 2 mm (mesh 10) 이하에서 국제 아스팔트 바인더 사양 및 GTR 변형(그라운드 타이어 고무) 아스팔트 바인더에 따른 유변학적 표준 응용에 적합




**펠티에 기반 대류식 온도 제어 시스템 (CTD 180)**

- 온도 범위:
  -20 °C ~ +180 °C
- 동적 기계 분석(DMA)을 위한 직사각형(SRF) 및 원통형 고체 비틀림(SCF) 고정 장치
- 습도 옵션 사용 가능

**측정 시스템**

- 병렬 플레이트:
  PP04 / PP08 / PP25
  (요청 시 다른 직경 제공)
- 콘 플레이트: 요청 시 다른 직경 및 각도 제공
- 동심 실린더: C
  C10 / CC17 / CC27
  (요청 시 다른 직경 제공)
- GTR 변형 (그라운드 타이어 고무) 아스팔트 바인더 테스트를 위한 특수 동심 실린더: CC10SP / CC17SP

| | SmartPave 92 | SmartPave 303 | MCR 503 Power |
|---|---|---|---|
| **사양** | | | |
| 베어링 디자인 | 공기, 미세 다공성 탄소 | | |
| 모터 디자인 | 전자 정류(EC) – 영구 자석 동기 모터 | | |
| 변위 변환기 설계 | 고분해능 광학 인코더 | | |
| 수직 항력 측정 설계<br>(미국 특허 6167752, 1996) | × | 360° 정전용량형 센서, 비접촉식,<br>베어링 완전 통합 | |
| 작업 모드 | 결합형 모터 변환기(CMT) | | |
| 최소 토크(회전) | 0.4 µNm | 5 nNm | 100 nNm |
| 최소 토크(진동) | 0.4 µNm | 1 nNm | 50 nNm |
| 최대 토크 | 125 mNm | 215 mNm | 300 mNm |
| 최저 각속도[1)] | 0 rad/s | 0 rad/s | 0 rad/s |
| 최대 각속도 | 157 rad/s | 314 rad/s | 200 rad/s |
| 최고 속도 | 1,500 $min^{-1}$ | 3,000 $min^{-1}$ | 2,100 $min^{-1}$ |
| 최저 주파수[2)] | 2 x $10^{-5}$ Hz | 2 x $10^{-8}$ Hz | 2 x $10^{-8}$ Hz |
| 최고 주파수[3] | 100 Hz | 200 Hz | 200 Hz |
| 수직 항력 범위 | × | -50 N ~ +50 N | -70 N ~ +70 N |
| 크기(W x H x D) | 380 mm x 660 mm x 530 mm | 453 mm x 725 mm x 673 mm | 453 mm x 775 mm x 673 mm |
| 무게 | 33 kg | 48 kg | 50 kg |
| 장치의 3점 지지(도구 없이 한 손으로 정렬할 수 있는 견고한 3개의 받침대) | ✓ | ✓ | ✓ |
| 측정 셀 장착을 위한 3점 지지(흔들림 방지, 셀 교체 후 오정렬 없음) | ✓ | ✓ | ✓ |
| 최고 온도 범위[4] | -50 °C ~ +400 °C | -160 °C ~ +1,000 °C | -160 °C ~ +1,000 °C |
| 사실상 일정한 온도 조절(수평, 수직) | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO 및 ASTM에 따른 온도 구배 ≤0.1 °C | ✓ | ✓ | ✓ |
| 카운터 냉각을 위한 추가 액세서리가 필요하지 않은 내장 냉각 옵션을 갖춘 CoolPeltier™ 펠티에 시스템 | -5 °C ~ +200 °C | -5° C ~ +200 °C | -5 °C ~ +200 °C |
| 압력 셀 | 최대 150 bar | 최대 1,000 bar | 최대 1,000 bar |
| SafeGap™ 간격 설정 중 수직항력 제한기 | ✓ | × | × |
| 시료 영역의 TruRay™ 밝기 조절 가능 조명 | ✓ | ✓ | ✓ |
| **RheoCompass 소프트웨어** | | | |
| 정기적으로 업데이트되는 아스팔트 관련 표준 작업 절차(SOP) | ✓ | ✓ | ✓ |
| 전자동 온도 교정 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 테스트 및 분석 디자이너 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 보고서 디자이너(내보내기 및 인쇄를 위한 모든 테스트 정보 포함) | ✓ | ✓ | ✓ |
| 관리형 연구실, 여러 클라이언트 및 서버 | ○ | ○ | ○ |

| | SmartPave 92 | SmartPave 303 | MCR 503 Power |
|---|---|---|---|
| **용도** | | | |
| AASHTO T315 / ASTM D7175 / GOST R58400.10<br>(SHRP-Test/Superpave PG) | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO T316 / ASTM D4402<br>DIN EN 13302 & 13702 / GOST 33137<br>(회전 점도) | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO T350 / ASTM D7405<br>DIN EN 16659 / GOST R58400.6 (MSCR-Test) | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO T391 (LAS-Test) / GOST R58400.7 | × | ✓ | ✓ |
| AASHTO T404 | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO TP123 | × | ✓ | ✓ |
| ASTM D7552 | × | ✓ | ✓ |
| GOST 58400.9 | × | ✓ | ✓ |
| FGSV TPB StB Part 2A<br>FGSV TPB StB Part 2B<br>FGSV TPB StB Part 4<br>FGSV TPB StB Part 5 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 역청 바인더의 AGPT/T125 응력 비율 | × | ✓ | ✓ |
| AGPT/T192 RAP 바인더의 점도 | ✓ | ✓ | ✓ |
| PAV 및 DSR을 이용한 역청의 AGPT/T194 노화 저항성 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 마스터 곡선 | ○ | ✓ | ✓ |
| 고무 개질 역청 측정 | × | ✓ | ✓ |
| 저온 측정 -50 °C 병렬 플레이트 | × | ✓ | ✓ |
| 저온 측정 -20 °C(비틀림) | × | ✓ | ✓ |

DSR은 다음 아스팔트 바인더 규격의 일부입니다. AASHTO M320, AASHTO M332, ASTM D6373, ASTM D8239, AGPT/T190, GOST R58400.1-2019, IS 15462, IS 73.

상표: SmartPave (016731556), RheoCompass (9177015)

✓ 포함됨 ○ 선택 사항 × 제공되지 않음

1) 제어된 전단 응력(CSS) 모드에서. 전단율 제어(CSR) 모드에서 측정 지점 지속 시간 및 샘플링 속도에 따릅니다.
2) 이론 값(주기 당 지속 시간 = 2년)
3) 다중 파장 기능을 사용하면 더 높은 주파수(측정 시스템 및 시료에 따라 942 rad/s(150 Hz) 또는 그 이상)를 적용할 수 있습니다.
4) 사용된 온도 장치에 따라 다름

## 믿을 수 있는. 규정 준수. 자격 있는.

**교육과 인증을 받은 저희 서비스 기술자들은 귀사의 장비가 최상의 성능을 발휘하도록 철저히 관리할 준비가 되어 있습니다.**

최대 가동 시간 | 보증 프로그램 | 신속한 대응 시간 | 글로벌 서비스 네트워크

© 2025 Anton Paar GmbH | All rights reserved.
Specifications subject to change without notice.
I541P064KO-B

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

**www.anton-paar.com**