

# Principles and Application of DMA

---

Gyeong Ae Lee

UNIST Central Research Facilities (UCRF)





# 교육 일정 및 Self-user 권한 획득 방법

## • Self-user 교육 일정

1. 이론 교육 이수
2. 실습 교육 이수
3. 실습 방법
  - 가. 연구실 내 기존의 Self-user 동행 하에 실습 - 두 번 이상
  - 나. 두 명이 한 조가 되어 실습 - 개인당 두 번 이상  
실습 예약은 장비 담당자에게 연락(4163)
4. 테스트 : 충분히 연습 후 장비 담당자에게 연락

-> 테스트 완료까지 이론 교육 후 1달 이내에 이수하여야 함.

## • 테스트 통과 후

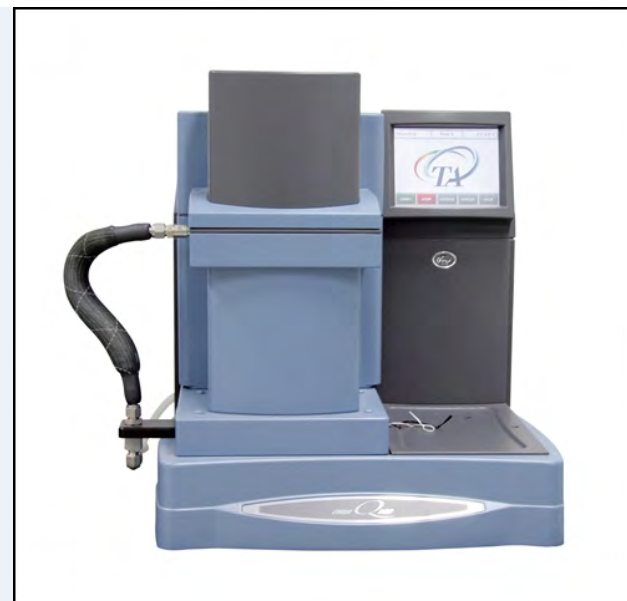
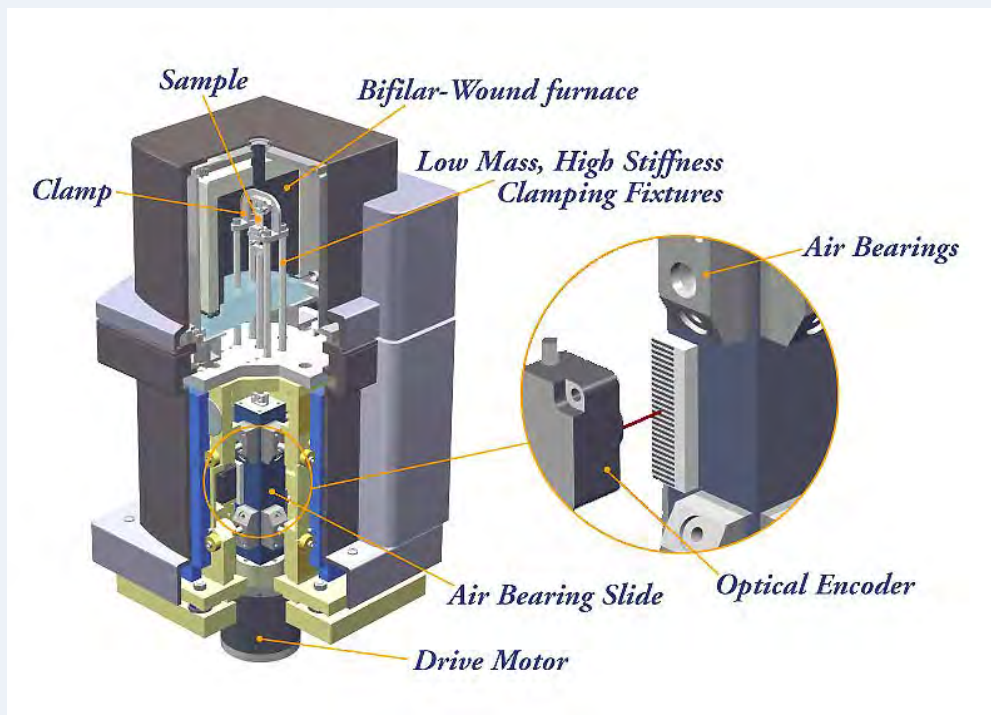
1. UCRF 홈페이지에 ID 등록(기존 회원은 ID만 알려주시면 됨)
2. 권한 변경 요청(홈페이지에서 하지 말고, 장비담당자에게 따로 연락 바람)
3. UCRF 홈페이지에서 장비 예약 가능

## • UCRF 출입 권한 신청 방법

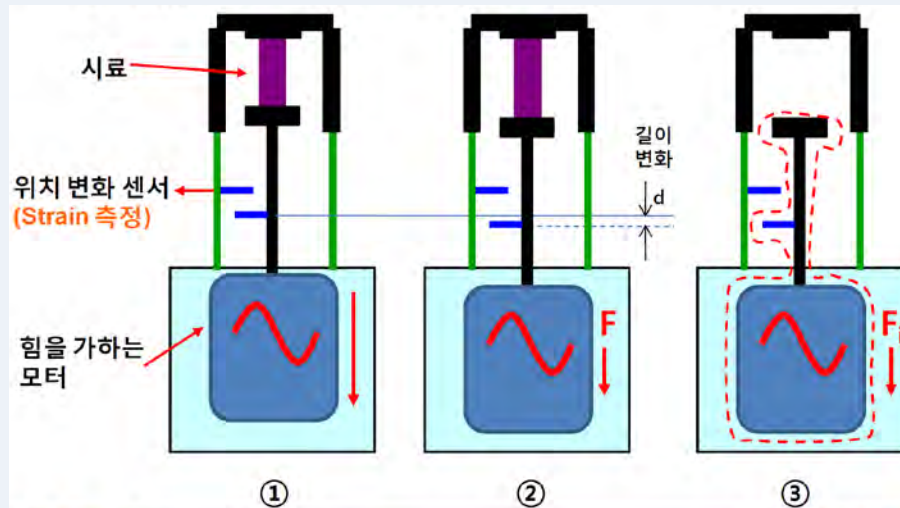
1. UCRF 홈페이지 - 자료마당 - 자료실 - 연구지원본부 분석실 출입권한신청서 작성 -> 담당교수 서명 -> 출입신청담당자(유혜정, 201-11호, 4038)에게 제출

## DMA

### - Dynamic Mechanical Analysis



1. Drive motor; moving clamp를 움직여 주는 곳
2. Air bearing slide; moving clamp의 움직임을 조절하는 곳
3. Optical encoder; moving clamp가 움직인 거리를 측정
4. Clamp fixture; sample을 잡는 grip, moving clamp와 fixed clamp가 있다.
5. Furnace; 가열로



## • Calibration

1. Position calibration; optical encorder(moving, fixed clamp 장착 전)
2. Clamp calibration
  - 1) Mass; Moving clamp mass calibration

$$F = F_s + F_i + F_f$$

; 구동부의 관성(inertia)에 의존

-> 높은 진동수에서 문제

- 2) Zero (tensioning clamp만); Offset을 구하는 것
- 3) Compliance; 크면 클수록 clamp가 잘 휘다는 뜻



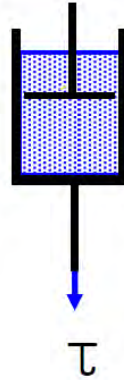
Spring



순수 탄성체  
(Hookean Solid)

$$\sigma = E\varepsilon$$

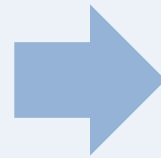
Dashpot



순수 점성체  
(Newtonian Liquid)

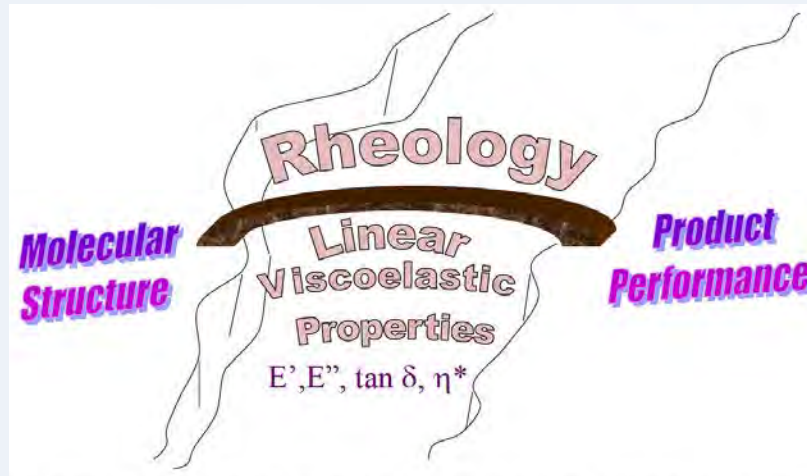
$$\tau = \eta \dot{\gamma}$$

- 물체의 탄성 성분
  - 변형을 줄 때 시간 지연 없이 곧바로 반응
  - Strain만 중요
  - 변형이 에너지로 저장(spring)
- 물체의 점성 성분
  - 변형을 줄 때 변형의 시간 변화가 중요
  - > 시간 지연이 있고 장시간의 변형에서 두드러짐
  - 변형이 에너지로 저장되지 않고 손실됨(water)



Shear rate가 빠르면 고체처럼,  
느리면 액체처럼 거동

# Linear viscoelastic region



물체의 거동 영역

고체 ----- 액체

이상적 고체(완전 탄성) ----- 실제 물체(점탄성) ----- 이상적 액체(완전 점성)

Ideal solid(perfect elastic) ----- Real materials(viscoelastic) ----- Ideal liquid(perfect viscous)

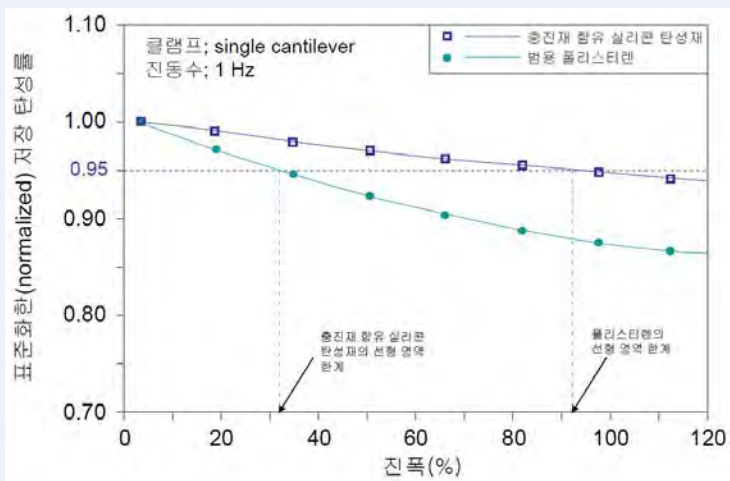
변형이 작거나 충분히 느리면, 분자 구조 정렬 상태가 평형에 가깝다. 이 상태에서는 변형에 대한 거시적인 반응이 분자 구조의 변화를 바로 반영하는데, 이 영역이 선형 점탄성 영역이다. 여기서 변형률과 변형력의 크기가 선형적 관계에 있으며, 유체의 거동을 시간의 함수로 표현할 수 있다.

(Bill Graessley, Princeton Univ.)

-> LVR을 넘어서 시료를 변형하면, 시료에 항복 현상(yield)이 나타나서 변형력을 제거한 뒤에도 원래 형태로 되돌아 오지 않습니다. 항복이 일어나는 이유는 시료의 내부구조가 파괴되거나, 분자가 끊어지거나 하여 미시적인 변화가 변화가 생기기 때문입니다.

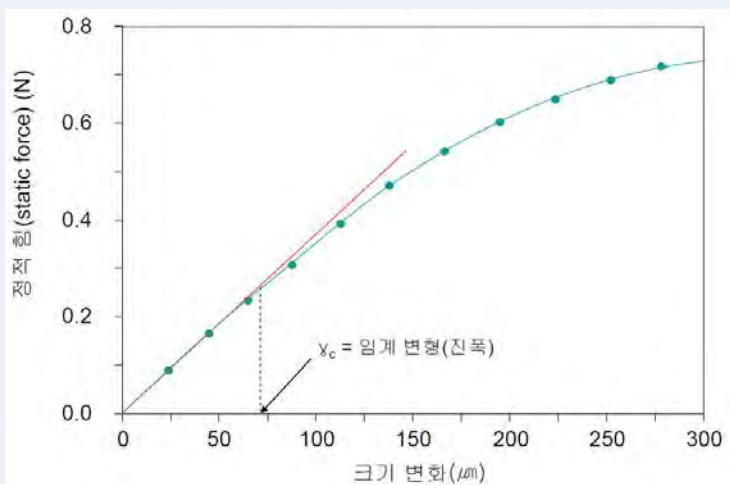
## Nontensioning clamp

-Strain sweep test(multistrain/multistress); 초기 저장 탄성률이 5% 바뀌는 진폭

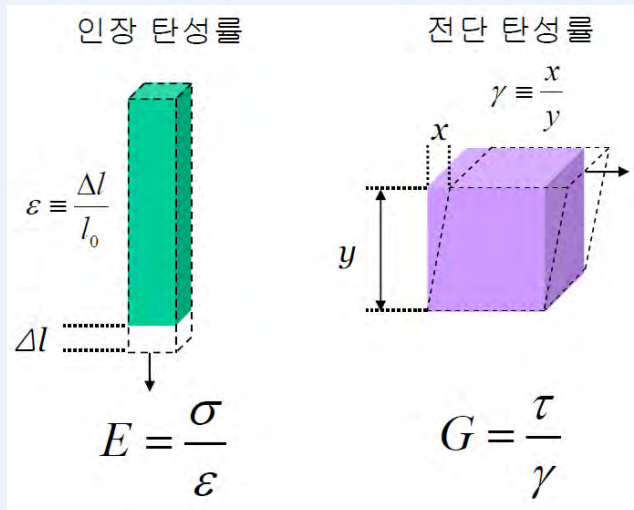


## Tensioning clamp

-Force ramp test(DMA controlled Force\_Stress/Strain); (1N/m)



Clamp type	Amplitude (micron)
Single/dual cantilever	20 ~ 30
Tension(film/fiber)	15 ~ 25
3-point bend	25 ~ 40



- 기초 변수

Stress; 힘/면적 [Pa, or dyn/cm<sup>2</sup>]

$\sigma$  = tensile stress,  $\tau$  = shear stress

Strain; 변형비율 [단위없음]

$\varepsilon$  = tensile strain,  $\gamma$  = shear strain

Strain rate; 변형속도, d(strain)/dt [1/s]

$\dot{\varepsilon}$  = tensile strain rate,  $\dot{\gamma}$  = shear strain rate

Modulus; Stress/Strain [Pa or dyn/cm<sup>2</sup>]

E = Young's or Tensile Modulus, G = Shear Modulus

Compliance; Strain/Stress [1/Pa, cm<sup>2</sup> / dyn]

Typically denoted by J, J = 1/G

Viscosity; Stress/Strain rate [Pa \* s or Poise]

$\eta$

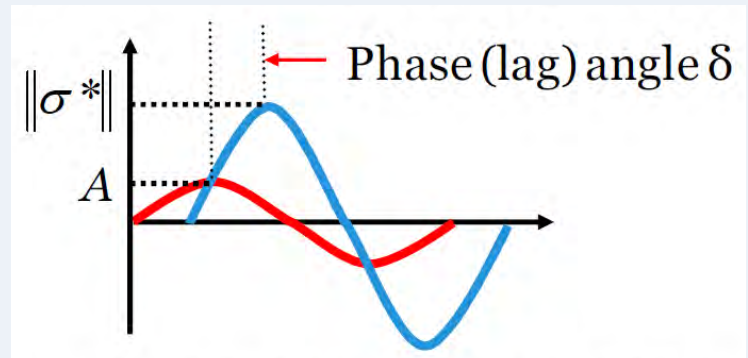
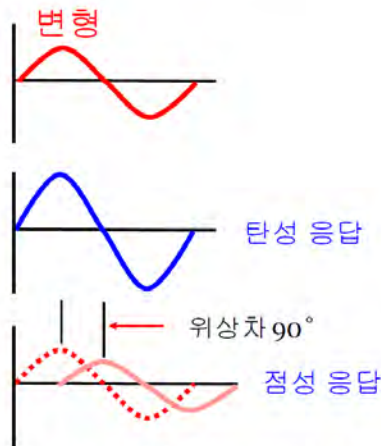


# Dynamic oscillation test

- sine파 진동을 물체에 가함  
 $\mathcal{E}(t) = A \sin \omega t = \text{Re} [ A e^{i \omega t} ]$

100% 탄성체 (elastic);  
 $\sigma = E \varepsilon = E A \sin \omega t$

100% 점성체 (viscous);  
 $\tau = \eta \frac{d\varepsilon}{dt} = \eta A \omega \cos \omega t$

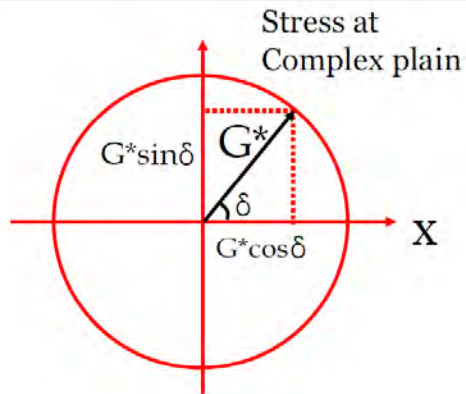


$$\begin{aligned} \therefore \text{total stress} &= \sigma + \tau = A(E \sin \omega t + \eta \omega \cos \omega t) \\ &= A \sqrt{E^2 + (\eta \omega)^2} (\cos \delta \sin \omega t + \sin \delta \cos \omega t) \\ &\{ \because \cos \delta \equiv E / \sqrt{E^2 + (\eta \omega)^2}, \sin \delta \equiv \eta \omega / \sqrt{E^2 + (\eta \omega)^2} \} \\ &= \|\sigma^*\| \sin(\omega t + \delta) \quad \{ \|\sigma^*\| = A / \sqrt{E^2 + (\eta \omega)^2} \} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{elastic component} = \frac{\|\sigma^*\|}{A} \cos \delta, \text{ viscous component} = \frac{\|\sigma^*\|}{A} \sin \delta$$

$$E = \frac{\|\sigma^*\|}{A} \cos \delta, \eta = \frac{\|\sigma^*\|}{A \omega} \sin \delta$$

# Dynamic oscillation test

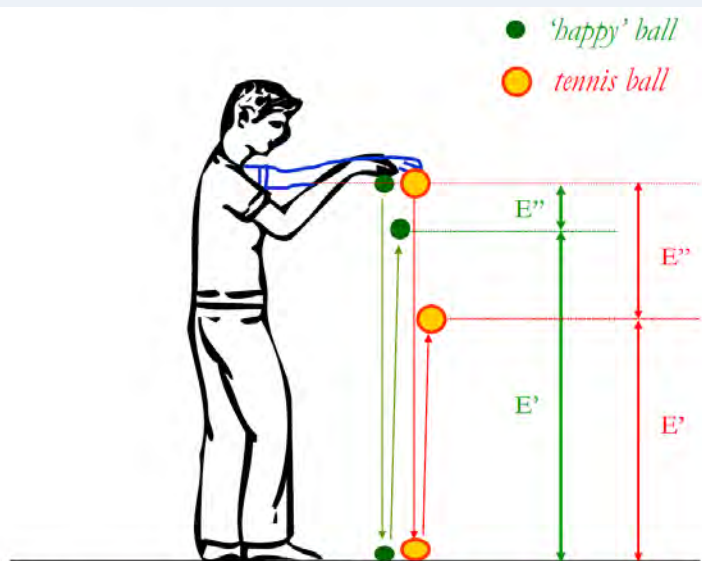


- $G' = \text{Re}[G^*] = G \cos \delta$
- $G'' = \text{Im}[G^*] = G \sin \delta$
- $\tan \delta = G'' / G'$

$$G^* = G' + iG'' \text{ (complex modulus)}$$

$G'$ (실수 성분); 저장 탄성률(storage modulus)

$G''$ (허수 성분); 손실 탄성률(loss modulus)

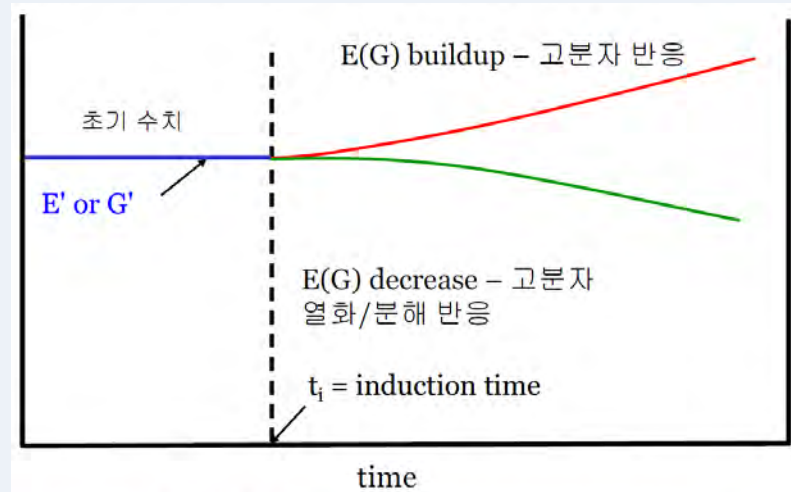
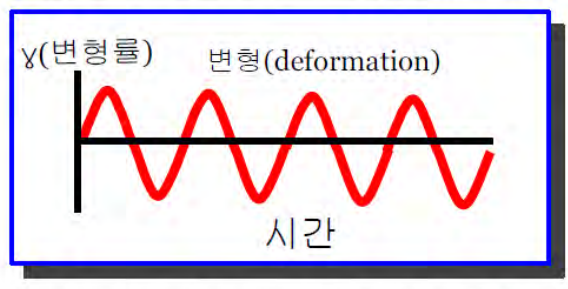


# Dynamic oscillation test

## 1) Dynamic time sweep test

- Amplitude, frequency 일정
- **Time or Temp 변화**

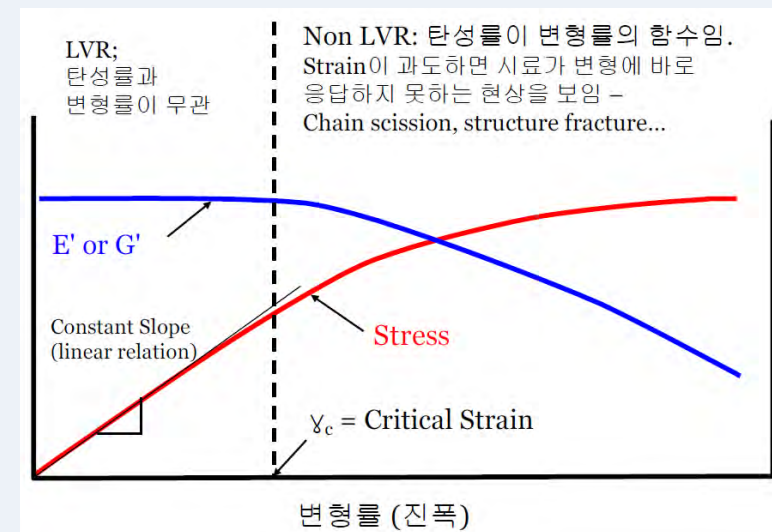
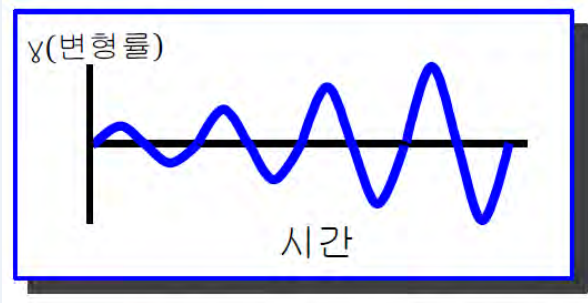
; cure, 열로 인한 반응 관찰



## 2) Dynamic strain sweep test

- Frequency, Temp 일정
- **Amplitude 변화**

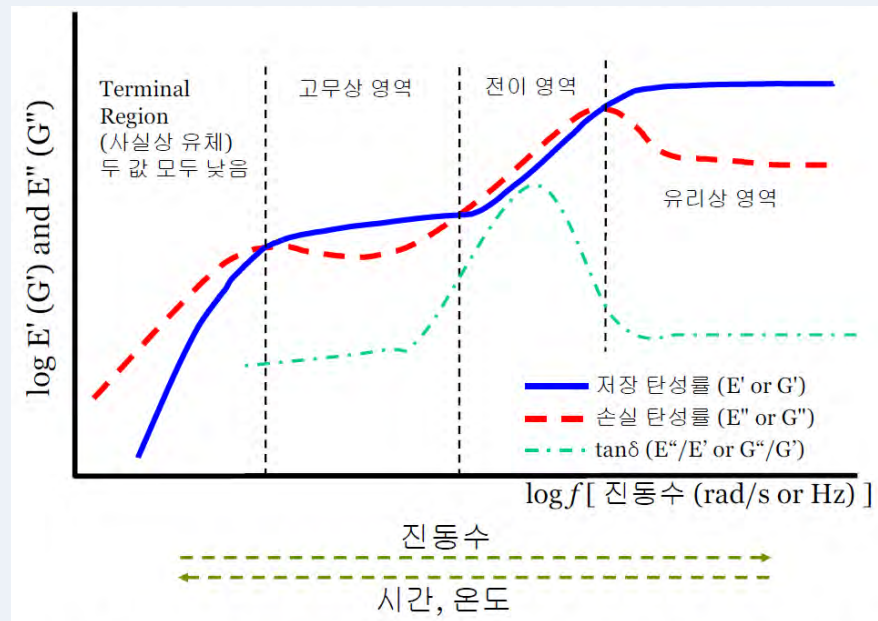
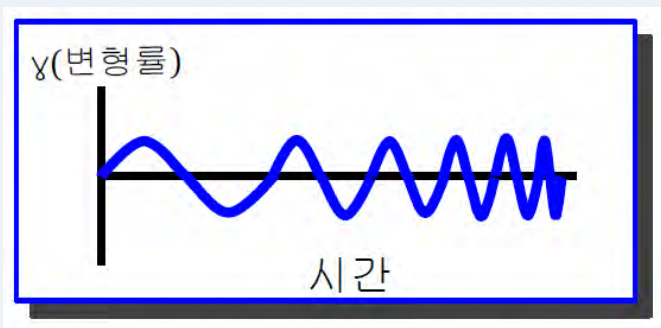
; LVR check 시 가장 많이 이용



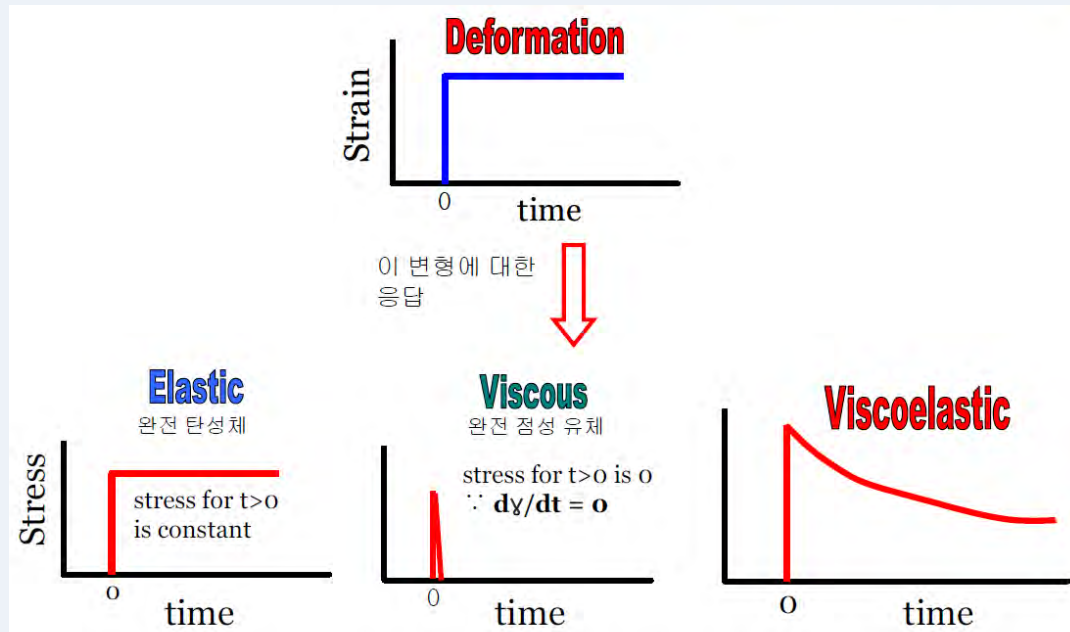
## 3) Frequency sweep test

- Amplitude, Temp 일정
- **Frequency 변화**

; 낮은 데부터 높은 진동수까지 탄성률 변화 관찰  
시간-온도 중첩(TTS) 실험용



## 1) Stress relaxation test

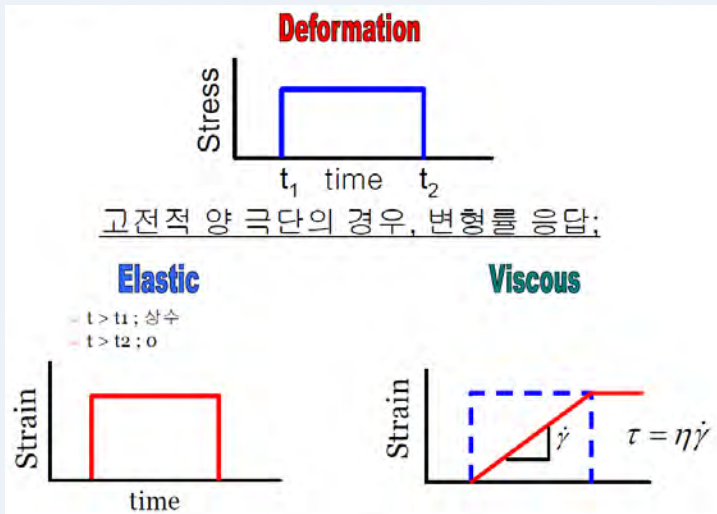


- 순간적으로 **strain**을 가하고 그대로 유지
- 장력이 걸린 상태에서 시료의 내부 구조가 시간이 지나면서 차차 변형되어 장력을 줄이는 방향으로 변화
- Stress relaxation modulus,  $G(t)$

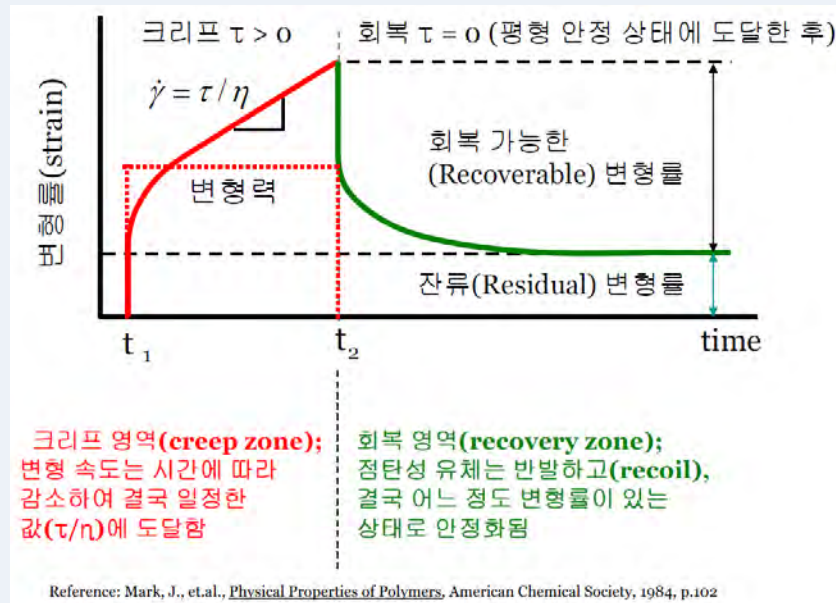
$$G(t) \equiv \frac{\tau(t)}{\gamma}$$

## 2) Creep and recovery test

- Ideal



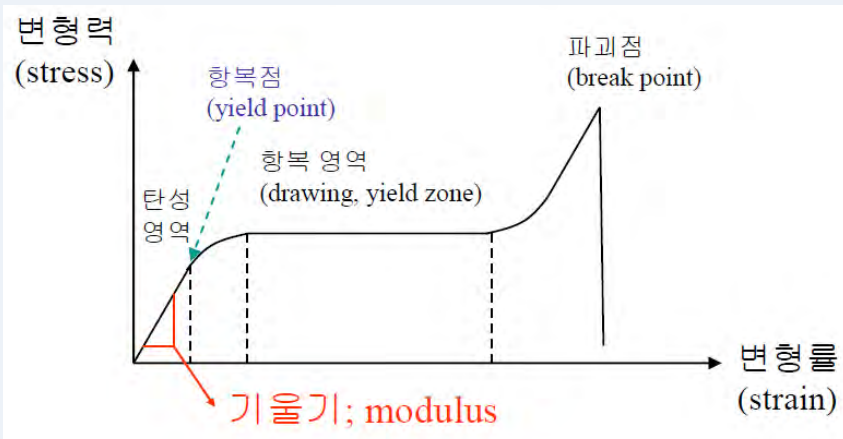
- Viscoelastic



- 일정 시간 동안 일정한 **stress**를 주다가 갑자기 없앴

- Zero shear viscosity
- Creep compliance

## 3) Stress/strain ramp



### - Strain rate 일정

- LVR 내의 작은 변형에서는 탄성률을 얻음
- 시료가 변형 가능한 영역 전체를 볼 수 있음
- 측정 재현성 떨어짐; 시료 내부에 결함이 있거나 시료를 만드는 과정에서 외부의 작은 손상이 있어도 그 곳을 시발점으로 파괴가 일어나는 문제

# Clamp의 종류 및 선택 기준

- **Non-tensioning clamps;** ±



Single/Dual Cantilever

- **Tensioning clamps;** Preload force 필요



Film



Fiber



3-point bending

시료 재질	Clamp
견고한 금속/복합 재료	3-point bend Dual Cantilever Single Cantilever
강화 안 된 열가소성 플라스틱이나 열경화성 플라스틱	Single Cantilever
잘 부서지는 재질(Ceramic)	3-point bend Dual Cantilever
탄성체(Elastomers)	Dual Cantilever Single Cantilever Tension
Films/Fibers	Tension



- Single Cantelever(10, 17.5mm)

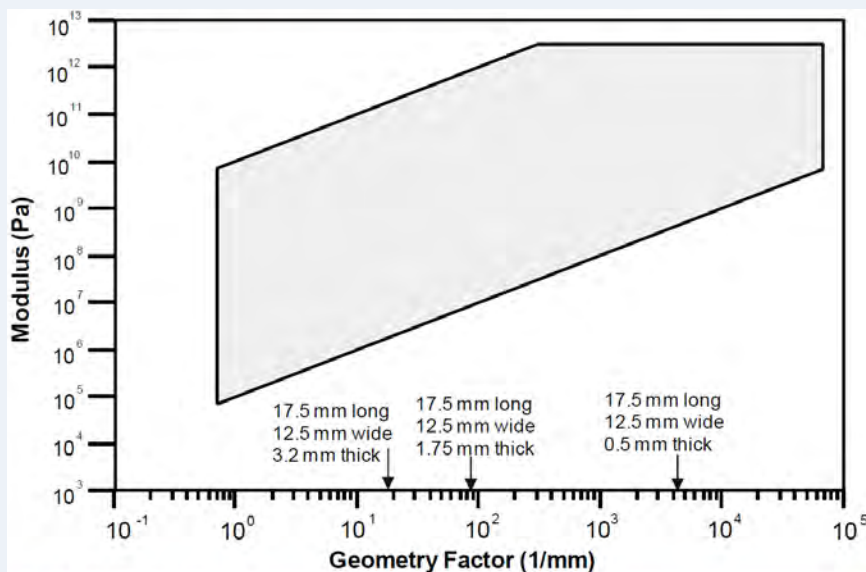
- Sample size

L; 10, 17.5mm(+10mm)

W; 5~15mm

T; ~5mm(~1.75mm까지가 가장 좋은 결과를 줌)

\*  $10 \leq L/T \leq 32$



L; 시료 길이(mm)  
 A; 시료 단면적(mm<sup>2</sup>)  
 I; 기하 모멘트(mm<sup>4</sup>)=(1/12)\*T<sup>3</sup>W  
 T;시료 두께(mm)  
 W; 시료 폭(mm)  
 F; clamping factor(보통 0.9)  
 S; shearing factor(보통 1.5)  
 v; Poisson's ratio (nominally 0.44)

$$GF = \frac{1}{F} \left[ \frac{L^3}{12I} + 2S(1+\nu) \frac{L}{A} \right]$$

Torque wrench power; 8~10 in-lb

- Dual Cantilever(20, 35mm)

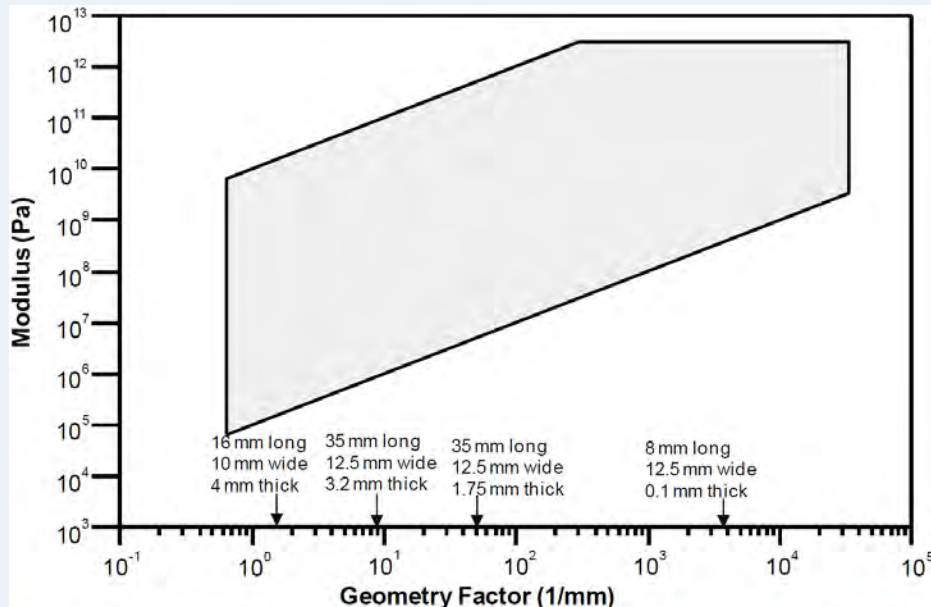
- Sample size

L; 20, 35mm(+10mm)

W; 5~15mm

T; ~5mm(~1.75mm까지가 가장 좋은 결과를 줌)

\*  $10 \leq L/T \leq 32$



$$GF = \frac{1}{F} \left[ \frac{L^3}{24I} + S(1+\nu) \frac{L}{2A} \right]$$

Torque wrench power; 8~10 in-lb

# Operation window\_film tension

## • film tension

- Sample size

L; 5~30mm(+10mm)

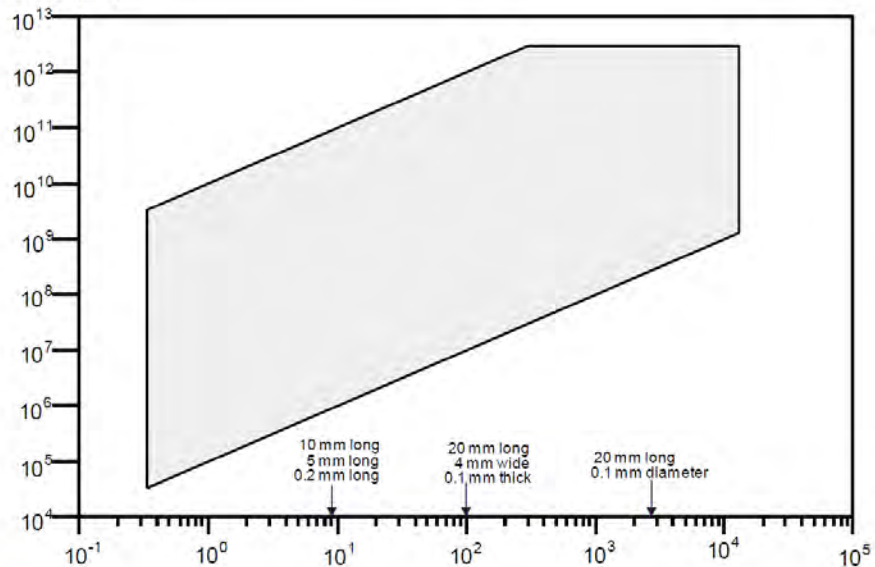
W; ~6.5mm

T; ~2mm

(L; 15~20mm, W; 3~6mm, T; ~0.5mm가 가장 넓은 탄성률을 커버)

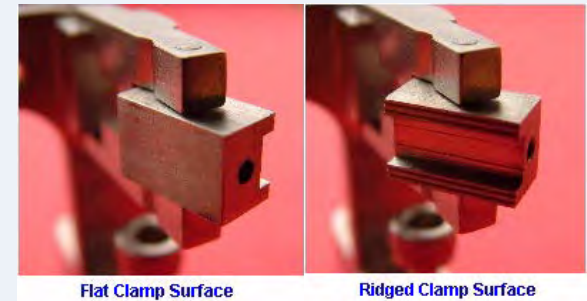
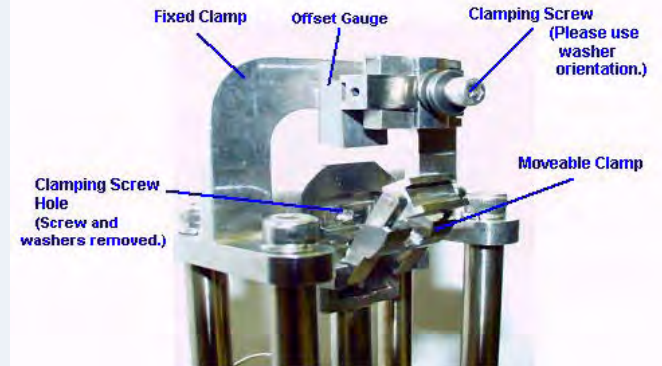
\*  $10 \leq L/T \leq 32$

**Modulus (Pa)**



$$GF = \frac{L}{A}$$

Torque wrench power; 2~4 in-lb

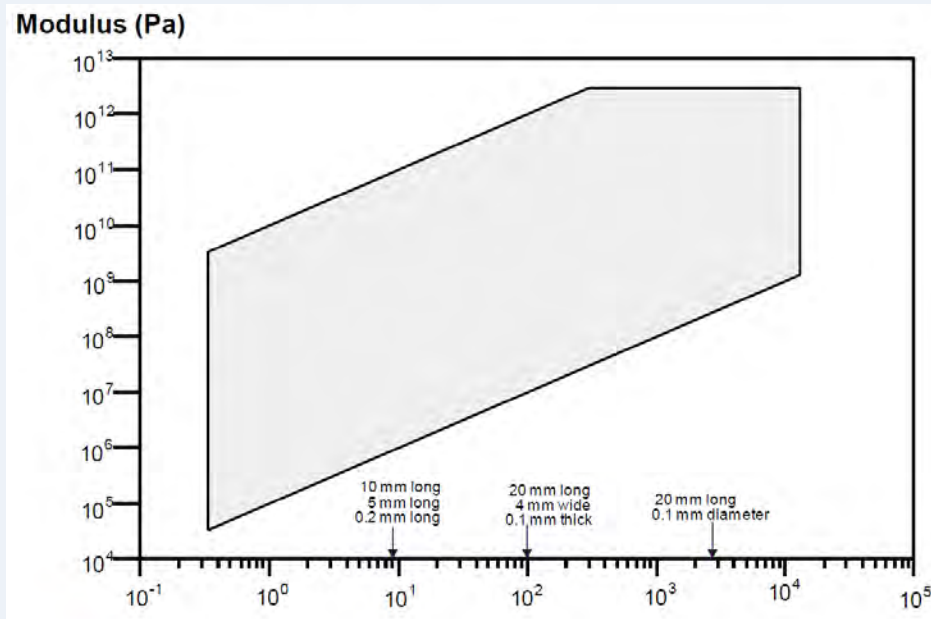


- fiber tension

- Sample size

- L; 5~30mm(+10mm)

- D; 20micron ~ 0.8mm



$$GF = \frac{L}{A}$$



## • 3-point bending

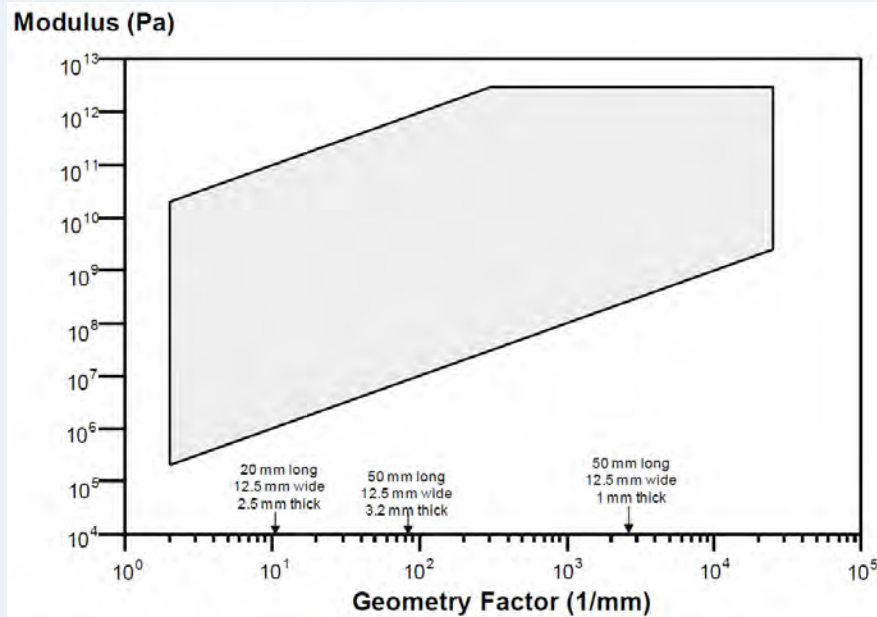
- Sample size

L; 15mm(+10mm)

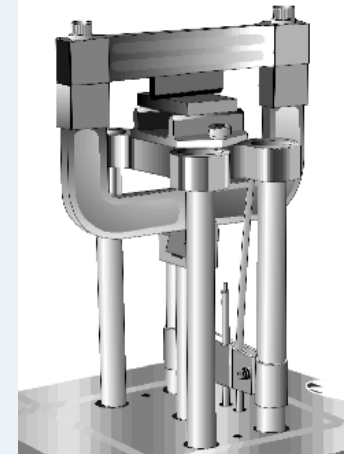
W; 5~15mm

T; ~7mm(~0.02mm가 최상)

\*  $10 \leq L/T \leq 32$



$$GF = \frac{L^3}{48I} \left[ 1 + \frac{12}{5} (1 + \nu) \frac{T^2}{L^2} \right]$$



# About DMA measurement methods(modes)

Mode	Experiments
Multi/Single frequency	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도에 따른 물체의 강도 변화</li> <li>• Storage modulus, loss modulus, tan 델타의 변화를 시간, 온도, 진동수에 따라 측정</li> <li>• 유사한 재료들의 기계적 물성을 비교</li> <li>• 열경화성 재료; curing</li> <li>• 하중을 가한 상태에서 시료의 장시간에 걸친 물성 변화를 TTS를 이용하여 측정</li> </ul>
Multistrain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LVR 평가</li> <li>• 탄성재료의 'mullens effect'를 측정</li> </ul>
Multistress	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 변형력에 따른 피로 현상(stress fatigue)</li> <li>• 변형력에 의한 LVR 평가</li> </ul>
Creep	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 크리프 순응률(creep compliance)</li> <li>• 중력을 받는 상태에서 재료의 침강(sag) 또는 늘어남</li> </ul>
Stress relaxation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress relaxation modulus</li> <li>• 걸리는 힘에 따라 gasket 마개(seal)가 얼마나 팽 밀봉이 되는가</li> <li>• 시간에 따라 부품들이 얼마나 잘 들어맞는가(fitness)</li> </ul>
Isostrain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Film; 가공에 따른 배향(orientation)의 효과</li> <li>• 수축 힘(Shrink force)</li> </ul>
Stress/strain controlled force	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Film과 fiber; S-S curve(stress-strain curve)</li> <li>• LVR 측정</li> </ul>
Strain rate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Young's modulus(film/fiber)</li> <li>• 항복점(Yield point)</li> </ul>

# DMA Method segment list

Segment	설명
 Abort next seg on signal	<ul style="list-style-type: none"> <li>특정 지정 조건이 되면 다음 step으로 넘어감</li> </ul>
 Fill Cooler	<ul style="list-style-type: none"> <li>GCA에 액체 질소를 다시 채우는 명령어</li> </ul>
 Force	<ul style="list-style-type: none"> <li>(정적)힘을 시료에 가함. 'Controlled Force'와 'Strain rate' mode에서만 유효</li> <li>'Strain rate' mode에서 'displacement(strain) control'상태를 종료하고 stress(force) control로 바꿈</li> </ul>
 Frequency sweep	<ul style="list-style-type: none"> <li>'Multifrequency' mode에서만 사용 가능.</li> <li>측정 중에 진동수를 바꿀 수 있도록 frequency table입력</li> </ul>
 Increment force	<ul style="list-style-type: none"> <li>Static force를 계단식으로 올리거나 내림. 'Controlled force' mode에서만 사용 가능.</li> </ul>
 Isostrain	<ul style="list-style-type: none"> <li>어느 크기의 Strain을 가한 후 계속 유지</li> </ul>
 Isothermal	<ul style="list-style-type: none"> <li>앞 segment에서 지정한 온도를 일정 시간 유지</li> </ul>
 Measure Length	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sample의 길이 측정</li> </ul>
 Motor drive	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drive motor를 자동으로 켜고 끄.</li> </ul>
 Ramp	<ul style="list-style-type: none"> <li>지정한 온도까지 시간에 따라 직선으로 온도를 올려줌 <math>T=Rt+C</math>에서 R값</li> </ul>
 Ramp Displacement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Displacement값을 시간에 따라 최종 변형률까지 선형으로 올려줌.</li> <li>'Strain rate' mode에서만 사용 가능.</li> </ul>
 Ramp force	<ul style="list-style-type: none"> <li>Force값을 시간에 따라 최종 변형률까지 선형으로 올려줌.</li> <li>'Controlled Force' mode에서만 사용 가능</li> </ul>
 Ramp strain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strain값을 시간에 따라 최종값까지 선형으로 올려줌. 'Strain rate' mode에서만 사용 가능.</li> </ul>
 Sampling interval	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sampling rate를 지정, 단 단위가 'sec/point'기 때문에 sampling rate의 역수</li> </ul>
 Set Strain	<ul style="list-style-type: none"> <li>'Stress relaxation, isostrain, strain rate' mode에서 특정 Strain값을 지정</li> </ul>
 Strain sweep	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 진폭마다 일정한 온도에서 data를 얻기 위해 사용. 'multistrain' mode에서만 사용 가능.</li> </ul>
 Stress	<ul style="list-style-type: none"> <li>'Set strain'처럼 특정 Stress값을 지정.</li> </ul>

## 실시간 신호 화면

### Check 사항

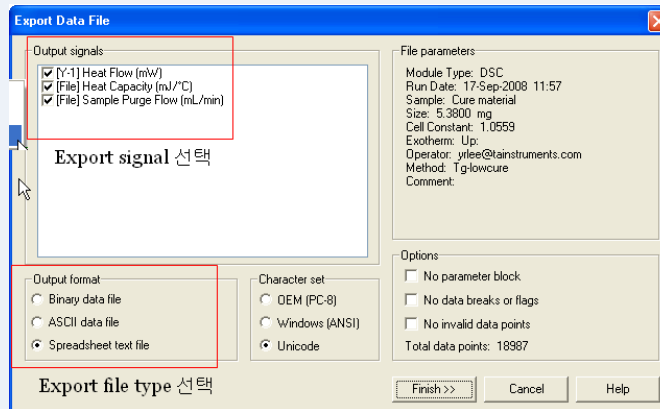
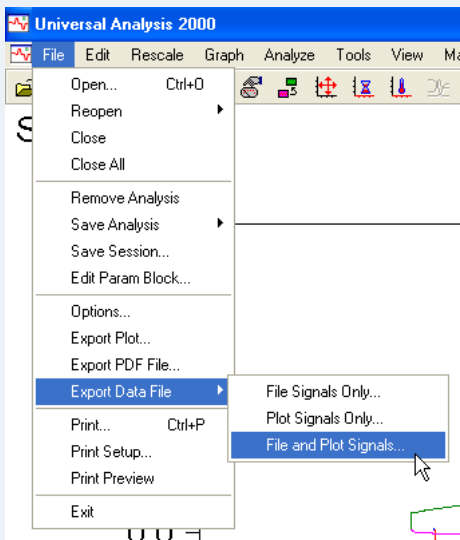
- Storage modulus; 음수 안됨
- Loss modulus; 음수 안됨
- Tan delta; 음수 안됨
- Frequency; 0.01 ~ 200 Hz (1Hz)
- Amplitude;
- Displacement; 0.5 ~ 10,000 micron
- Static force; Tensioning clamp에서만
- Drive force; 0.0001~18 N (0.01~5N)
- Stiffness; 100 ~ 10,000,000 N/m
  
- Temp ramp rate; 0.1 ~ 20oC (1~5oC/min)
- Force track; Static force/Dynamic force

Clamp	Static force(N)	Force track(%)
Tension(Film)	0.01	120~150
Tension(Fiber)	0.001	120
3-point bend (Thermo plastic)	1.0	125~150
3-point bend (Thermoset)	1.0	150~200

- Poisson's ratio; (0.44)



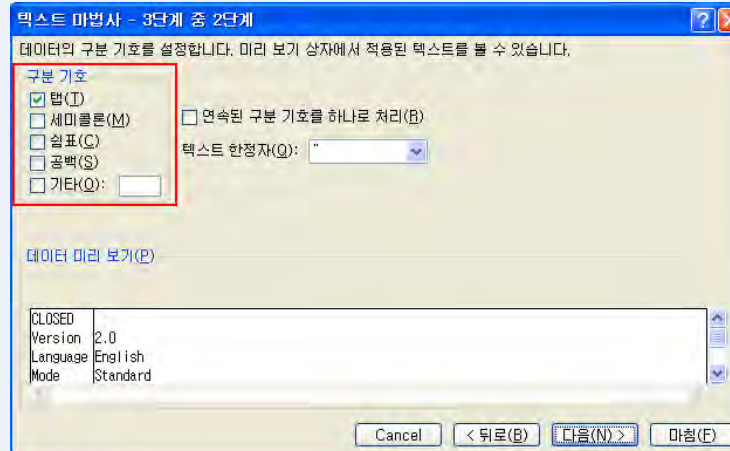
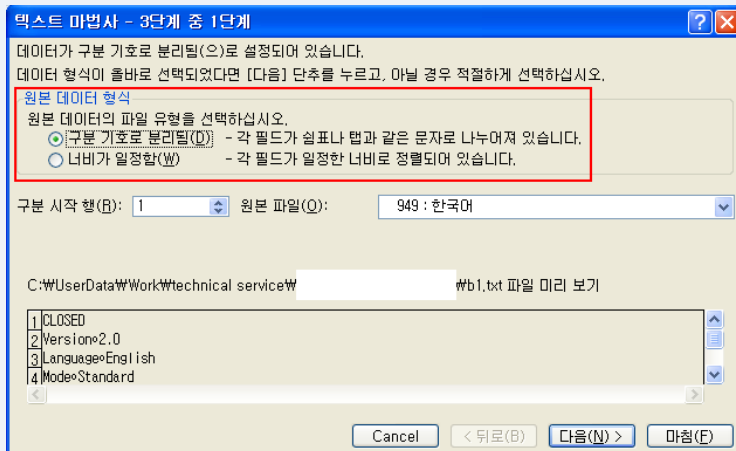
## Text export

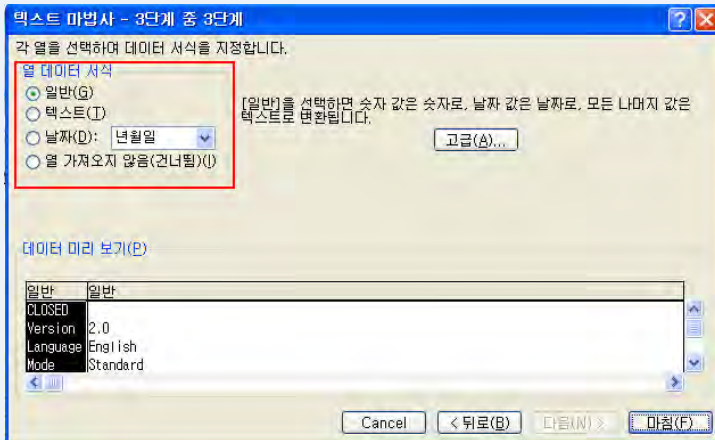


**Finish -> Storage**

- 저장 경로에 한글 사용 금지

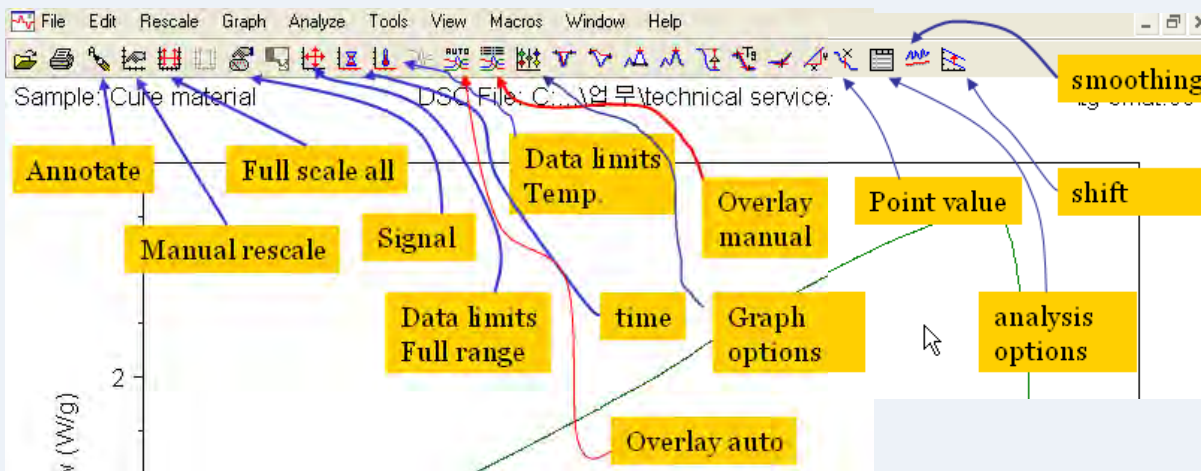
## Text import at spreadsheet program



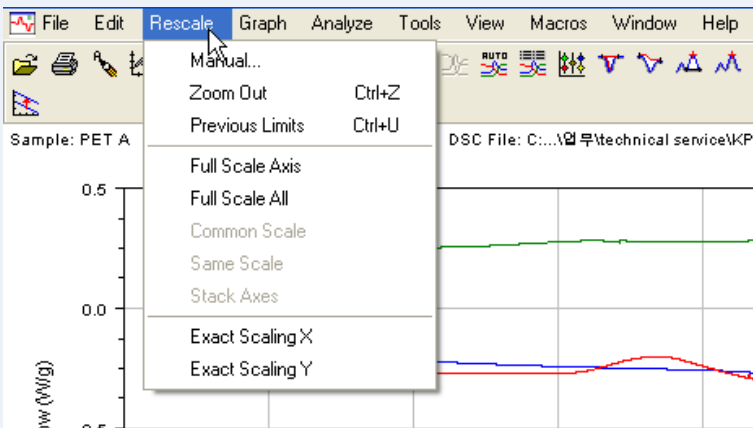


A1	B	C	D	E	F	G	H
40	AutoAnaly Off						
41	MacroFile						
42	Nslq	5	저장된 signal 종류				
43	Sig1	Time (min)					
44	Sig2	Temperature (°C)					
45	Sig3	Heat Flow (mW)					
46	Sig4	Heat Capacity (mJ/°C)					
47	Sig5	Sample Purge Flow (mL/min)					
48	Date	*****					
49	Time	9:45:17					
50	OrgMeth1:	Equilibrate at -50.00 °C					
51	OrgMeth2:	Isothermal for 5.00 min					
52	OrgMeth3:	Mark end of cycle 0					
53	OrgMeth4:	Ramp 2.00 °C/min to 200.00 °C					
54	OrgMeth5:	Isothermal for 3.00 min					
55	OrgMeth6:	Mark end of cycle 0					
56	OrgMeth7:	Equilibrate at -55.00 °C					
57	OrgMeth8:	Isothermal for 5.00 min					
58	OrgMeth9:	Mark end of cycle 0					
59	OrgMeth10:	Ramp 2.00 °C/min to 200.00 °C					
60	OrgFile	C:\UserData\Work\technical service\					WB1.001
61	StartOfData						
62	3.33E-04	-50.1495	0.070734	0	50.00789		
63	0.010333	-50.1477	0.070678	0	49.99142		
64	0.025333	-50.1443	0.070613	0	50.00567		
65	0.040333	-50.1409	0.070579	0	50.00546		
66	0.055333	-50.1376	0.070571	0	50.001		
67	0.068667	-50.1363	0.070577	0	49.9964		
68	0.083667	-50.1339	0.070597	0	49.99846		
69	0.098667	-50.1313	0.070631	0	50.00698		
70	0.112	-50.1289	0.070675	0	49.9901		

## Tool bar & pop up 메뉴

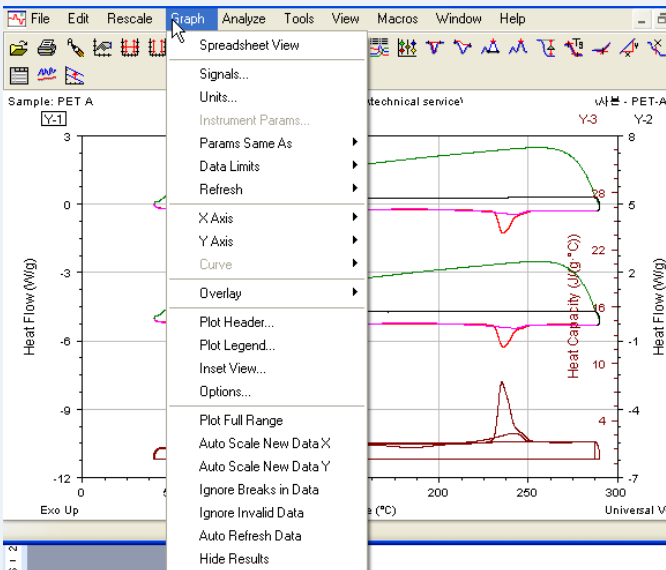


## Rescale

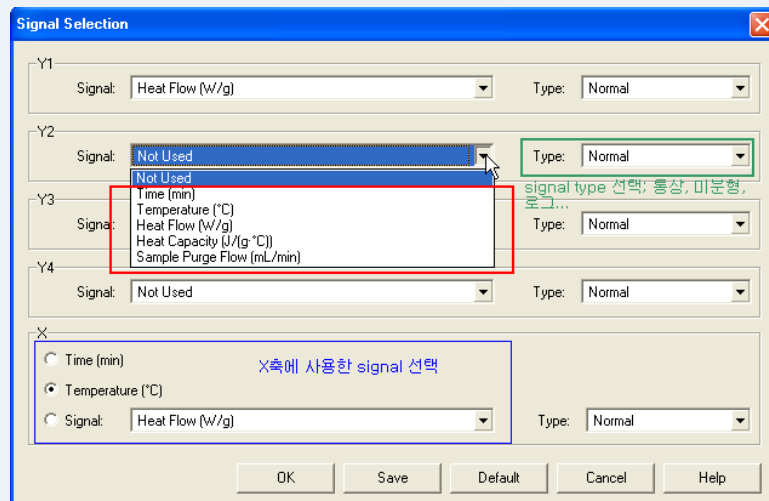


- **Manual;** 손으로 입력하여 스케일 조정
- **Full scale axis;** 적절한 범위를 자동으로 맞춘다.
- **Full scale all;** 모든 축에 대해 한 번에 Full scale axis 수행
- **Common scale;** Y축 여러 개를 동일한 scale로 조정
- **Stack axis;** 다른 그래프들이 차지하는 공간을 겹치지 않게 표시

## Graph



## Signal





# 울산과학기술대학교 연구지원본부 운영지침

- 제정 2012.9.26, 지침 제 44호
- 개정 2012.00.00. 지침 제 00호
  
- 제1장 총칙
  
- 제1조(목적) 이 지침은 「연구지원본부 운영규정」제9조에 의하여 울산과학기술대학교 연구지원본부(이하 “연구지원본부”라 한다)의 운영에 필요한 세부 사항을 정함을 목적으로 한다.
  
- 제2조(적용범위) 이 지침은 본 대학교의 교수, 대학원생, 학부생, 연구원 및 연구지원본부 수시 출입자, 그리고 장비 담당자에게 적용된다.
  
- 제3조(용어의 정의) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.
- 1. “자율 사용”이라 함은, 본 대학교에 소속된 교직원 또는 학생 중에서 연구지원본부에서 정한 절차를 따라 자율 사용 자격을 얻은 자가, 장비담당자의 도움 없이 독립적으로 장비를 이용하는 것을 말한다.
- 2. “자율 사용자”라 함은, 제1호의 “자율 사용”에 관한 자격을 얻은 자를 말한다.
- 3. “분석 및 공정 의뢰”라 함은, 연구지원본부의 공용장비를 이용하여 시험분석 또는 공정의 결과를 얻기 위하여 장비담당자에게 일련의 분석 및 공정 과정을 의뢰하는 것을 말한다.
  
- 제2장 운영관리
  
- 제4조(출입관리) ① 연구지원본부의 각 실 중 출입 제한이 있는 실험실의 출입 권한을 얻기 위해서는 신청서를 작성하여 지도교수와 연구지원본부의 담당자의 승인을 득한 후 등록해야 한다.
- ② 장비 유지관리 및 보수의 목적으로 출입하고자 하는 경우, 담당자의 동행 또는 승인 하에 출입해야 한다.
- ③ 출입자 안전 교육이 필요한 실험실은 실별로 정한 별도의 교육을 선행하여 실시한 후 출입을 허가한다.
  
- 제5조(분석 및 공정 의뢰) ① 연구지원본부에서 지원 가능한 분석 및 공정에 대한 의뢰는 의뢰자와 장비 담당자간 사전에 직접 협의한다.
- ② 분석 및 공정을 의뢰하는 자는 담당자가 장비 또는 시설의 정상적인 작동과 안전을 유지하는데 필요한 정보 및 연구 내용을 파악할 수 있도록 협조하여야 한다.
- ③ 분석 및 공정 서비스는 선착순 응대하는 것을 기본 방침으로 하며, 장비 점검 및 수리 등 특이사항 발생 시에는 장비 담당자의 판단에 따라 의뢰 내용을 유보 또는 취소할 수 있다.



# 울산과학기술대학교 연구지원본부 운영지침

- ④ 의뢰자로부터의 특별한 요청이 없을 경우, 각 담당자는 의뢰 결과를 통보한 날로부터 7일을 초과한 시점에 시료를 폐기할 수 있고 3개월을 초과한 시점에 분석 및 공정 서비스 결과물 또는 결과 데이터를 폐기할 수 있다.
- 제6조(자율 사용 자격) ① 자율 사용 자격을 취득할 수 있는 자는 본 대학교에 소속된 대학원생, 연구원, 교수, 그리고 지도 교수의 승인을 얻은 학부생으로 제한한다.
- ② 자율 사용 자격은 각 실험실 별로 정한 조건(안전 교육, 장비 사용 교육, 평가 등)을 만족시키는 자에게 부여한다.
- ③ 자율 사용자 명단은 6개월마다 갱신하여 연구지원본부 홈페이지에 공지된다.
- ④ 장비 사용 최소 횟수(최근 6개월간 10회) 미만일 경우 또는 장비 담당자의 판단에 의하여 자격이 취소될 수 있으며, 자격이 취소되었을 경우 담당자와 협의 후 재교육을 통하여 자격 부여가 가능하다.
- 제7조(자율 사용자의 의무) ① 자율 사용자는 장비 사용시 교육 받은 내용을 준수하고, 특이사항 발생시 담당자와 반드시 협의하며 연구 장비·시설의 작동과 안전 유지에 협조하여야 한다.
- ② 자율 사용자는 해당 장비의 이용기간 동안 본인의 부주의로 발생한 사고, 기기 손상, 고장 및 분실 등에 대해 책임을 지고 보상한다.
- ③ 장비 사용 예약의 취소 기한은 예약한 사용 시간의 시작 시점으로부터 24시간 전 까지이며, 예약 취소를 원할 때는 반드시 장비 담당자에게 메일 또는 전화로 연락을 취해야 한다.
- ④ 장비를 예약하여 사용하던 중에 예약 시간을 초과하여 장비 사용을 계속하기 원할 때는, 예약 시간 종료 전에 담당자에게 반드시 연락을 취하여 가능여부를 확인하고 초과 시간 예약 후 장비를 사용해야 한다.
- ⑤ 야간 또는 장비 담당자의 정규 근무시간(평일 09:00~18:00)이 아닌 때에 장비 사용 후에는 소등·출입문단속·주변 정리 등을 확인하고 퇴실한다.
- 제8조(자율 사용 제한) ① 연구지원본부는 사용자 다수의 편의와 쾌적한 연구환경 유지 및 사용자의 장비 사용 의식 수준 제고를 위하여 사용자에게 제재를 가할 수 있다.
- ② 제1항의 제재 기준은 별표1「공용장비 사용자 벌점 부과 및 조치 기준」에 따른다.
- 제9조(시험분석료 청구) ① 분석 및 공정 의뢰자 또는 자율 사용자에게 분석 및 공정 종료 후 익월에 시험분석료 청구서를 발송하며, 시험분석료는 계좌로만 납입할 수 있다.
- ② 분석 및 공정 의뢰자와 자율 사용자는 「연구지원본부 운영규정」제8조에 정한 시험분석료 기준에 의하여 청구되는 금액을 소정의 절차를 따라 납부할 의무를 가진다.
- ③ 「연구지원본부 운영규정」제8조에 정한 시험분석료 기준은 의뢰 또는 사용 전에 의뢰자 또는 사용자에게 제공될 수 있다.
- ④ 최초 의뢰 또는 사용시에는 사업자 등록증 및 통장 사본을 연구지원본부 행정실에 송부하여야 한다.
- ⑤ 사업자 등록증의 변경이 있을 시 미리 행정 담당자에게 변경 사실을 고지하고 사본을 송부하여야 한다.
- ⑥ 시험분석료 청구서는 연구지원본부 행정실에서 발급하며, 청구서 송부 시점으로부터 1개월 이내에 납부하여야 한다. 납부가 연체되는 경우, 연구지원본부는 해당 사용자 및 연구실에 서비스 지원을 중단할 수 있다.



# 울산과학기술대학교 연구지원본부 운영지침

- ⑦ 분석 및 공정 의뢰자의 실수로 인해 분석 및 공정 과정에 소요되는 시간이 증가한 경우 시험분석료를 추가로 청구할 수 있다.
- 제10조(기타) 이 지침의 시행에 필요한 기타 세부 사항은 각 실별 규정에 따른다.
- 부칙(2012.9.26)
- 이 지침은 공포일로부터 시행한다.
- 부칙(2012.00.00)
- 이 지침은 공포일로부터 시행한다.

*Thank you for  
your attention*