



S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

## 스트레 게이지에 의한 측정이란 ?

스트레인 게이지는 길이의 물리량을 "1 0 0 만분의 1" 변화 단위로 쉽게 측정할 수 있는 유일한 센서이다. 1938년 아메리카에 소재한 "Simmons & Ruge"에 의해 고안 된 것으로, 1962년 주) 쇼와쇼키가 일본에서 최초로 개발하여 상품화하였다. 스트레인 게이지는 일반적으로 얇은 박막 금속, 고무, 플라스틱, 세라믹 등으로 각종 재료의 응력측정에 의한 물성평가에 이용되고 있다.

### ■ 스트레인 게이지에 의한 측정은 "1 0 0 만분의 1" 세계

스트레인 게이지는 길이의 물리량을 "1 0 0 만분의 1"의 변화 레벨로 측정가능하지만, 일반 길이 측정에서는 100m의 길이를 0.1mm의 정확도로 측정하는 것은 매우 어렵다. 그러나, 스트레인 게이지로는 "0.3 ~ 5mm" 길이의 저항선이 외부 힘에 의해,  $\Delta L / L \propto \Delta R / R$  이기 때문에, 길이에 비례한 저항변화  $\Delta R$ 를 전기적인 Wheatstone bridge를 매개로 하여 "1 0 0 만분의 1" 세계를 측정하는 것이 가능하다.

### ■ 스트레인 게이지에 의한 측정의 목적

스트레인 게이지는 국부적인 길이변화  $\Delta L$ 을 검출하지만, 실제로는 이 변화량으로부터 도출된 물리량인 응력, 외력, 압력 등으로 치환하여 계측하는 것 일반적이다. 또한, 일반적으로 시판되고 있는 스트레인 게이지는 자기온도보상 게이지에서부터 미지의 선팽창(線膨張)계수 측정까지 폭 넓게 응용되고 있다.

### ■ 알고 싶은 스트레인 게이지와 관련한 용어공식

스트레인의 정의	$\epsilon = \Delta L / L$ 게이지율 : $\Delta R / R = K * \epsilon$
수직응력과 스트레인의 관계	$\sigma = E * \epsilon$
전단응력과 전단 스트레인의 관계	$\tau = G * \gamma$
수직응력의 계산식	$\sigma = P / A$
Beam 곡선에 의한 표면응력의 계산식	$\sigma = M / Z = 6M / bh^2$ (Z : 전단계수)
환봉의 나선선에 의한 전단응력의 계산식	$\tau = T / Z_p$ (Zp : 극전단계수) 중축단면 (Zp) : $\pi * d^3 / 16$ 공중단면 (Zp) : $\pi * (d^2^4 - d1^4) / 16 * d2$
종탄성계수 / E와 '횡탄성계수 / G'의 관계	$G = E / 2(1 + \nu)$
스트레인과 저항변화의 사이에 직선적인 관계가 있는 경우 비례상수	Gage factor / K
수직응력 "σ"에 의한 종스트레인 "ε"과, 이것과 동시에 발생하는 횡스트레인 "εb"와의 비례한 재료정수	Poisson's ratio / ν
단위면적당 내력	수직응력(stress) / σ
σ와 "ε"가 직선적인 관계로 될 때의 최대응력	탄성한도(elastic point) / 강복점(yield point)
σ와 ε가 직선적인 관계로 될 때 비례상수	횡탄성계수(modulus of elasticity) / E
τ와 γ가 직선적인 관계로 될 때 비례상수	횡탄성계수(modulus of transverse elasticity) / G



S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

■ 자기온도보상게이지(self-temperature compensated gage)

저항체에 있는 게이지가 1℃ 당 저항치가 상대적으로 변화한 경우,  $\Delta R / R = \alpha + K(\beta_s - \beta_g)$ 로 나타낼 수 있기 때문에,  $0 = \alpha + K(\beta_s - \beta_g)$ 의 관계식이 성립되면 온도에 의한 영향이 없는 것이 되게 된다. 여기서, 게이지의 저항재료 / Advance(Cu54,Ni45,Mn1)의 저항온도계수/" $\alpha$ "는 열처리에 의하여 콘트롤하는 것이 가능하기 때문에 피측정재료의 선팽창계수(線膨脹係數)에 맞는 「계측 가능한 스트레인」의 작은 스트레인 게이지를 제작하는 것이 가능하게 된다. 한편, 일반적으로 시판되고 있는 스트레인 게이지는 자기온도보상 게이지가 주류이다(적용모재 : 철, 스텐레스, 알루미늄)

$\alpha$ : 게이지 저항재료의 저항온도계수
K : 게이지율
$\beta_s$ : 피측정재료의 선팽창계수
$\beta_g$ : 게이지 저항재료의 선팽창계수

■ 스트레인 게이지의 일반적인 온도특성(샘플 게이지 : N11-MA-5-120-11)

図1. 熱出力特性

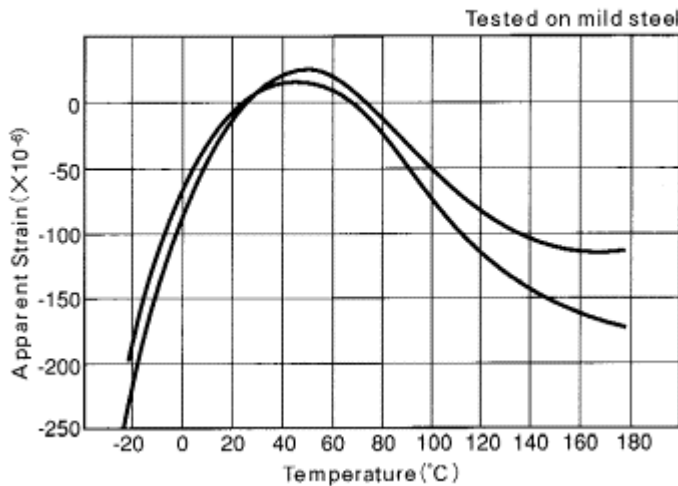


그림 1은 쇼와쇼키 자기온도보상형 스트레인 게이지의 온도에 의해 보여지는 출력곡선으로 2 곡선의 폭에 상당하는 분산을 표시하고 더미게이지 없이 ±2μ strain 이내 / °C (상온부근)로 보상한다.

스트레인 게이지 애플리케이션



S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

図2. 温度によるゲージ率の変化

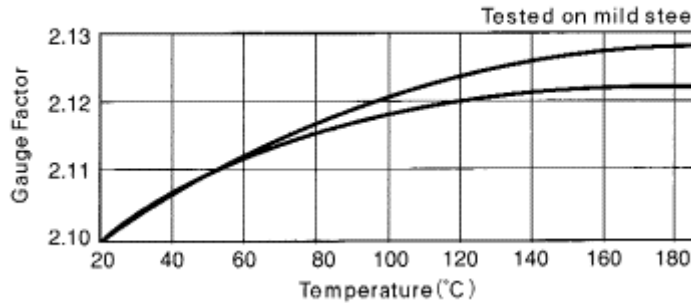
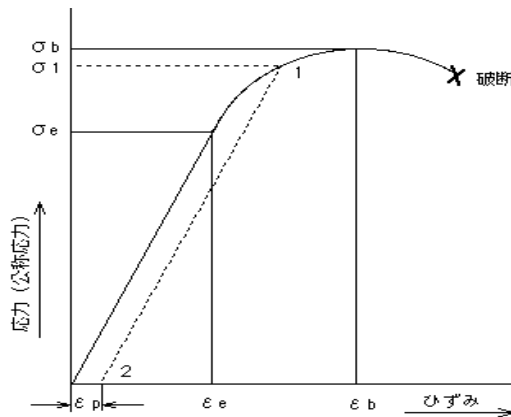


그림 2에 표시된 특성은 "鋼"에 스트레인 게이지를 부착하여, +1000 $\mu$  strain / 20 $^{\circ}$ C로 일정한 strain을 부가한 온도로 변화시키는 경우, 게이지의 감도변화를 표시한 곡선이다.

注) 이 곡선은 "鋼"의 "영" 계수변화율을 포함하고 있다.

■ 응력, 스트레인 곡선

스트레인 게이지에 의한 응력 / 스트레인을 측정하는 경우, 재료에 대한 " $\sigma$ "와 " $\epsilon$ "의 기본적인 관계를 이해할 필요가 있다. 이하, 일반적인 응력, 스트레인 곡선을 포함하고 있다.



$\sigma_e$ : 탄성한도(elastic limit) / 강복점(yield point)
$\sigma_b$ : 극한응력(ultimate stress) 注) 인장의 경우는 "인장강도(tensile strength)"로 불리운다.
$\epsilon_p$ : 영구 스트레인(permanent set)
E : 종탄성계수(modulus of elasticity) 또는 "영" 계수 비율(Young's modulus)로 불리고, 응력 / 스트레인의 직선범위에서 경사에 해당하고 $E = \sigma / \epsilon$ 로 표시된다.

참고)  $\sigma_1$  : 영구 스트레인이 남은 상태에서 새로운 부하를 가하는 경우, 곡선 2 - 1을 따라 새로운 강복점(降伏点)  $\sigma_1$ 이 된다. 소위, 소성변형(塑性變形)하는 것에 의해 강복점이 변화하는 재료는 「Fear」하면서 「Brittle」하게 된다.

001장, 스트레인 게이지



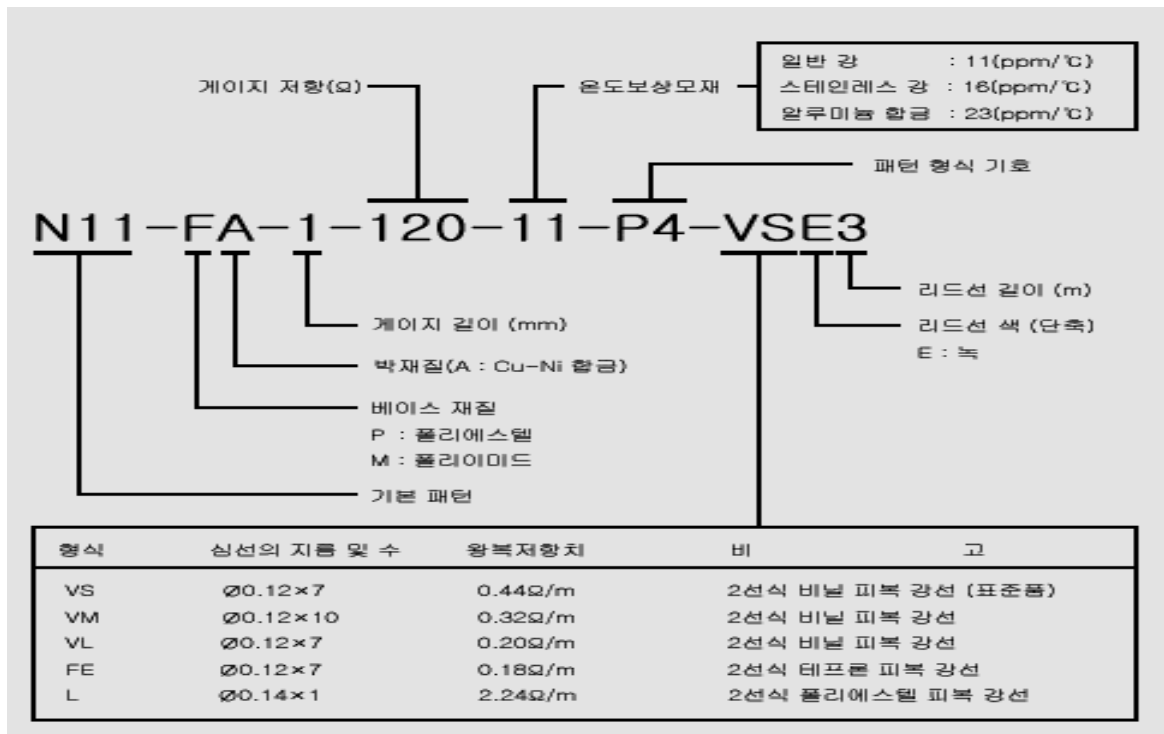
S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

### Basic Patterns & Configurations

Pattern	Code	Remark
	N	일반 게이지
	R	응력게이지
	T	뿔 게이지
	U	뿔 게이지
	Z	전단형 게이지
	Q	다이아프램
	X	크랙 게이지
	P	파이프 게이지

게이지 패턴





**S&K Co., Ltd**

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Gride 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N11-FA-03-120-(11,16,23)	120	1.9	0.3	1.8	3.5	2.5
	N11-FA-1-120-(11,16,23)	120	2	1	1.5	4	2.5
	N11-FA-1-120-(11,16,23)-P4	120	2	1	1	4	2
	N11-FA-1-350-(11,16,23)	350	2	1	2.4	5	4
	N11-FA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.6	6	2.5
	N11-FA-2-350-(11,16,23)	350	2	2	2.2	7	3.5
	N11-FA-3-120-(11,16,23)	120	2.1	3	1.6	7	2.8
	N11-FA-5-120-(11,16,23)	120	2.1	5	1.8	9.5	3.5
	N11-FA-5-350-(11,16,23)	350	2.1	5	2.6	11	4
	N11-FA-5-1000-11	1000	2.1	5	3.2	9.5	5
	N11-FA-6-120-(11,16,23)	120	2.1	6	2	11	3.5
	N11-FA-8-120-(11,16,23)	120	2.1	8	2	13	4
	N11-FA-8-350-11	350	2.1	8	4	14	6
	N11-FA-10-120-(11,16,23)	120	2.1	10	2.2	15	5
	N11-FA-10-350-(11,16,23)	350	2.1	10	4.5	18	6.5
	N11-FA-10-600-11	600	2.1	10	3	16	5
	N11-FA-10-1000-11	1000	2.1	10	4.5	16	6
	N11-FA-30-120-11	120	2.1	30	1.2	40	4.5
	N11-FA-60-120-11	120	2.1	60	2.2	65	5.5
	N11-MA-03-120-(11,16,23)	120	1.9	0.3	1.8	3.5	2.5
	N11-MA-1-120-(11,16,23)	120	2	1	1.5	4	2.5
	N11-MA-1-120-(11,16,23)-P4	120	2	1	1	4	2
	N11-MA-1-350-(11,23)	350	2	1	2.4	5	4
	N11-MA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.6	6	2.5
	N11-MA-2-350-(11,16,23)	350	2	2	2.2	7	3.5
	N11-MA-3-120-(11,16,23)	120	2.1	3	1.6	7	2.8
	N11-MA-5-120-(11,16,23)	120	2.1	5	1.8	9.5	3.5
	N11-MA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	11	4
	N11-MA-5-1000-11	1000	2.1	5	3.2	9.5	9.5
	N11-MA-6-120-(11,16,23)	120	2.1	6	2	11	3.5
	N11-MA-8-120-(11,16,23)	120	2.1	8	2	13	4
	N11-MA-8-350-11	350	2.1	8	4	14	6
	N11-MA-10-120-(11,16,23)	120	2.1	10	2.2	15	5
	N11-MA-10-350-11	350	2.1	10	4.5	18	6.5
	N11-MA-10-600-11	600	2.1	10	3	16	5
	N11-MA-10-1000-11	1000	2.1	10	4.5	16	6





**S&K Co., Ltd**

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N21-FA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.6	7.5	7.5
	N21-FA-5-120-(11,16,23)	120	2.1	5	1.8	12	12
	N21-FA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	16	16
	N21-MA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.6	7.5	7.5
	N21-MA-5-120-(11,16,23)	120	2.1	5	1.8	12	12
	N21-MA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	16	16
	N21-FA-8-120-(11,16,23)	120	2.1	8	2	$\phi$ 21.0	—
	N21-FA-10-120-(11,16,23)	120	2.1	10	2.2	$\phi$ 25.0	—

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N31-FA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.6	9	9
	N31-FA-5-120-(11,16,23)	120	2.1	5	1.8	14	14
	N31-FA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	16	16
	N31-MA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.6	9	9
	N31-MA-5-120(11,16,23)	120	2.1	5	1.8	14	14
	N31-MA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	16	16
	N31-FA-8-120-(11,16,23)	120	2.1	8	2	$\phi$ 24.0	—
	N31-FA-10-120-11	120	2.1	10	2.2	$\phi$ 28.0	—

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N34-FA-2-120-11	120	2	2	1.6	$\phi$ 10.0	—
	N34-MA-2-120-11	120	2	2	1.6	$\phi$ 10.0	—

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N35-FA-2-120-11	120	2	2	1.6	$\phi$ 10.0	—
	N35-MA-2-120-11	120	2	2	1.6	$\phi$ 10.0	—



**S&K Co., Ltd**

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N22-FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.5	φ6.0	—
	N22-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.6	φ8.0	—
	N22-FA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	1.8	φ11.0	—
	N22-FA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	φ15.0	—
	N22-FA-8-120- (11,16,23)	120	2.1	8	2	φ15.0	—
	N22-FA-10-120- (11,16,23)	120	2.1	8	2	φ15.0	—
	N22-MA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.5	φ6.0	—
	N22-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.6	φ8.0	—
	N22-MA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	1.8	φ11.0	—
	N22-MA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	φ15.0	—

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N32-FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.5	φ6.0	—
	N32-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.6	φ6.0	—
	N32-FA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	1.8	φ11.0	—
	N32-FA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	φ16.0	—
	N32-FA-8-120- (11,16,23)	120	2.1	8	2	φ16.0	—
	N32-FA-10-120- (11,16,23)	120	2.1	10	2.2	φ18.0	—
	N32-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.6	φ8.0	—
	N32-MA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	1.8	φ11.0	—
	N32-MA-5-350-11	350	2.1	5	2.6	φ16.0	—

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	N51-FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.5	12	4
	N51-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.6	15	6
	N51-MA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.5	12	4
	N51-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.6	15	6



**S&K Co., Ltd**

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	R11-FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	2.2	5.5	3
	R11-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.8	6	3.5
	R11-MA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	2.2	5.5	3
	R11-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	1.8	6	3.5

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	R31-FA-03-120- (11,16,23)	120	2	0.3	1.2	5	3.6
	R31-MA-03-120- (11,16,23)	120	2	0.3	1.2	5	3.6

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	R51-FA-03-120-(11,16,23)-P4	120	2	0.3	1.2	6	5
	R51-FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	0.5	11	4
	R51-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	0.8	15	4.5
	R51-MA-03-120- (11,16,23) - P4	120	2	0.3	1.2	6	5
	R51-MA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	0.5	11	4
	R51-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	0.8	15	4.5

Pattern	Type	抵抗値 ( $\Omega$ )	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	Q44-FA-10-350- (11,16)	350	—	$\phi$ 9.5	—	$\phi$ 10.0	—
	Q44-FA-14-350- (11,16)	350	—	$\phi$ 13.0	—	$\phi$ 14.0	—
	Q44-MA-10-350- (11,16)	350	—	$\phi$ 9.5	—	$\phi$ 10.0	—
	Q44-MA-14-350- (11,16)	350	—	$\phi$ 13.0	—	$\phi$ 13.0	—

공 O 패턴 게이지





**S&K Co., Ltd**

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	Z11-FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	3.9	5	2.5
	Z11-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	4	13	5
	Z11-FA-5-120-11	120	2	5	2.6	15	10
	Z11-FA-10-120-11	120	2.1	10	5	26	16
	Z11-MA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	3.9	5	2.5
	Z11-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	4	13	5
	Z11-MA-5-120-11	120	2	5	2.6	15	10
	Z11-MA-10-120-11	120	2.1	10	5	26	16

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	Z23-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	—	13	7
	Z23-FA-2-350- (11,16,23)	350	2	2	—	13	7
	Z23-FA-5-120-11	120	2.1	5	—	15	14
	Z23-FA-5-350-11	350	2.1	5	—	16	14
	Z23-FA-10-120-11	120	2.1	10	—	26	25
	Z23-MA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	—	13	7
	Z23MA-2-350-(11,16,23)	350	2	2	—	13	7
	Z23-MA-5-120-11	120	2.1	5	—	15	14
	Z23-MA-5-350-11	350	2.1	5	—	16	14
	Z23-MA-10-120-11	120	2.1	10	—	26	25

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	P11-FA-2-120-11	120	2.1	2	—	φ1.8	7
	P11-FA-3-120-11	120	2.1	3	—	φ2.2	10
	P11-MA-3-120-11	120	2.1	3	—	φ2.2	10



**S&K Co., Ltd**

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	T11-FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.5	5.5	3
	T11-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	2.5	8	4
	T11-FA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	6	20	10
	T11-MA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.5	5.5	3
	T11-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	2.5	8	4
	T11-MA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	6	20	10

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	T24-FA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	2.5	6	6
	T24-FA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	6	20	15
	T24-MA-5-350-11	350	2.1	5	6	20	15
	T24-MA-2-120- (11,16,23)	120	2	2	2.5	8	6
	T24-MA-5-120- (11,16,23)	120	2.1	5	6	20	15
	T24-MA-5-350-11	350	2.1	5	6	20	15

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	U11FA-1-120- (11,16,23)	120	2	1	1.2	5.5	3
	U11-FA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.8	8	4
	U11-FA-5-120-(11,16,23)	120	2.1	5	5.6	20	10
	U11-MA-1-120-(11,16,23)	120	2	1	1.2	5.5	3
	U11-MA-2-120-(11,16,23)	120	2	2	1.8	8	4
	U11-MA-5-120-(11,16,23)	120	2.1	5	5.6	20	10

Pattern	Type	抵抗値 (Ω)	G.F	Grid 長(mm)	Grid 幅(mm)	Base 長(mm)	Base 幅(mm)
	X11-FA-5-120	120	—	5	0.6	9.5	3
	X11-FA-10-120	120	—	10	0.75	14	3
	X11-FA-30-120	120	—	30	0.8	35	4
	X11-FA-50-120	120	—	50	1	55.5	4.2
	X11-FA-90-120	120	—	90			

T, U, X 패턴 게이지



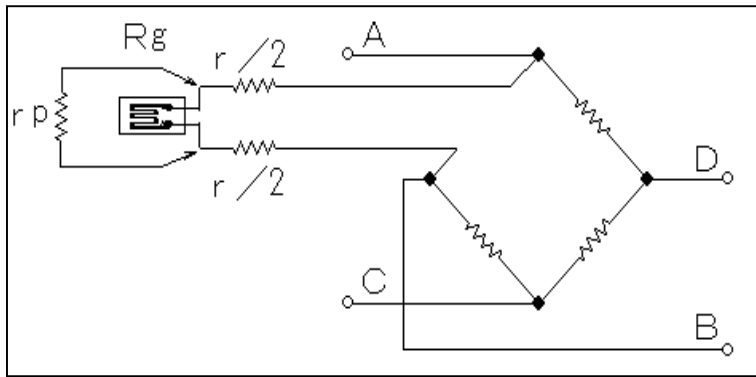
例) S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

## 스트레인 계측이론

### ■ 브릿지의 한쪽으로 병렬저항 삽입에 의한 간단한 등가스트레인 발생법

스트레인 게이지의 리드선 또는 브릿지 박스 앰프 사이의 케이블이 수십 meter로 길 경우 리드선 저항에 의한 감도변화의 영향이 크기 때문에 정확한 교정식(등가 스트레인)의 발생시키기 위한 방법은 하기 그림 처럼 스트레인 게이지에 병렬저항(rp)을 삽입하면 된다. 또한, 고정스트레인(ε), 삽입저항(rp)와 게이지 저항(Rg)는 다음 식과 같은 관계가 된다.



$$R_g / (r_p + R_g) = K * \epsilon \text{ 로 부터, } r_p \approx R_g / (K * \epsilon) \text{ 가 된다.}$$

例) 브릿지 저항 /  $R_g$  : 120Ω, K : 2.00 일 때, 교정 스트레인  $2000 \times 10^{-6}$  을 발생하였을 경우, 위의 계산식에 의해 삽입 저항식은 대략 30kΩ 이 된다. 또한 스트레인 계측범위에 대응하는 외부 CAL 저항을 준비하면 좋다.



S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

■ 인장 및 압축응력 측정

< 1 게이지법 >

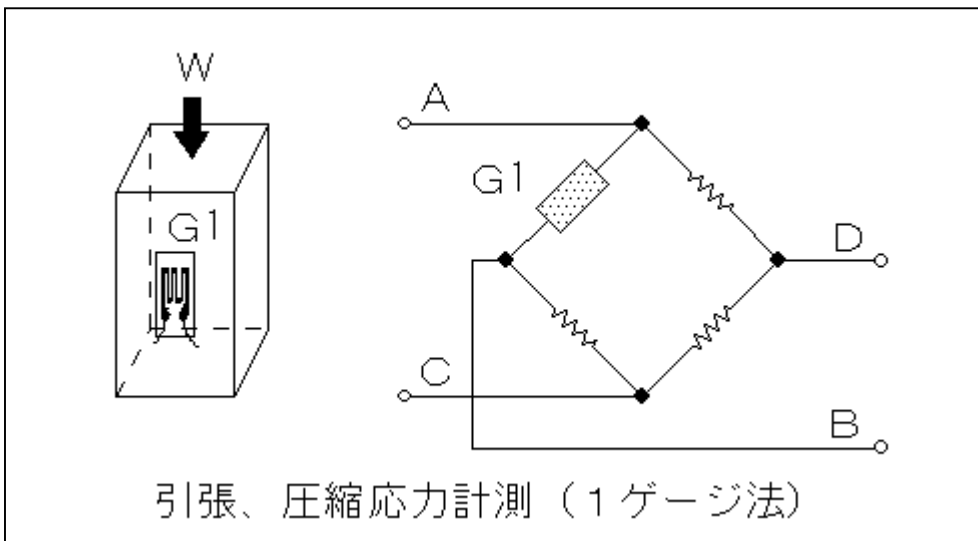
밑 그림처럼 한 방향으로부터 균일한 힘을 받고 있는 기둥의 표면에 힘의 방향과 평행하게 스트레인 게이지 한 매를 부착한 경우의 응력( $\sigma$ )과 힘( $W$ )은 다음 식으로 표시된다.

$$\sigma = \epsilon_0 * E$$

$\sigma$ : 응력
$E$ : 종탄성계수('영' 계수 비율)
$\epsilon_0$ : 지시 스트레인

$$W = A * \sigma = A * \epsilon_0 * E$$

$W$ : 재료에 부가된 力
$A$ : 재료의 단면적



인장, 압축 응력 측정



S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

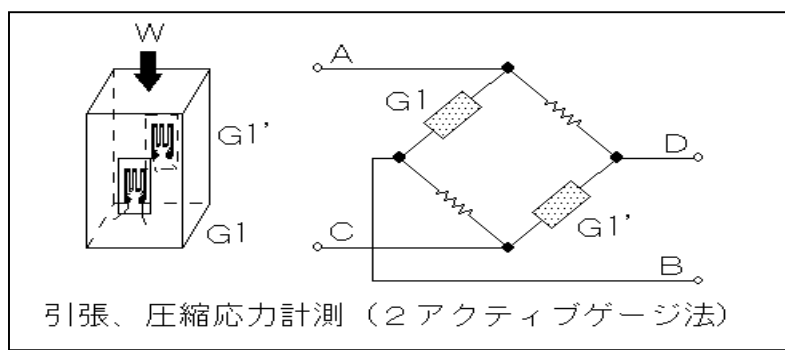
< 2 게이지법 (A) >

밑의 그림처럼 양면에, 힘의 방향과 평행으로 스트레인 게이지를 접착한 경우의 응력( $\sigma$ )과 힘( $W$ )은 다음 식과 같이 표기된다.

$$\sigma = (1/2) * \epsilon_0 * E$$

$$W = A * \sigma = A * (1/2) * \epsilon_0 * E$$

또한, 지시 스트레인( $\epsilon_0$ )은 곡선 스트레인이 부정되어, 축 스트레인( $\epsilon$ )의 평균화되어 2 배의 출력이 된다.



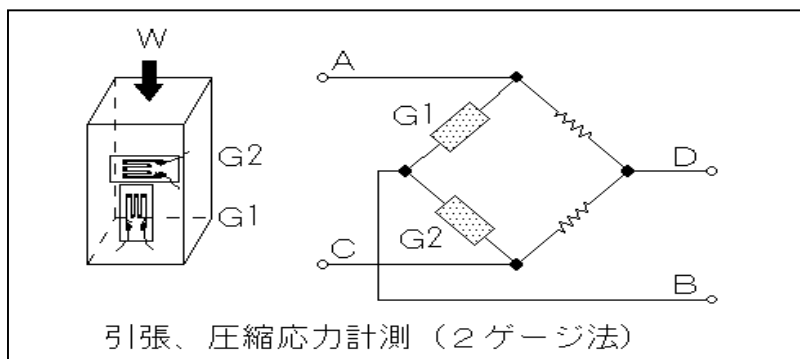
< 2 게이지법 (B) >

힘의 방향과 그것과 직각의 방향에서 스트레인 게이지를 접착하여, 밑의 그림처럼 접속하면 밑의 기동 응력( $\sigma$ )과 힘( $W$ )이 다음 식으로 표시된다.

$$\sigma = \epsilon_0 * E / (1 + \nu) \quad \nu : \text{Poisson 비율}$$

$$W = A * \sigma = A * \epsilon_0 * E / (1 + \nu)$$

또한 지시 스트레인( $\epsilon_0$ )은  $\epsilon_1$ 과  $\epsilon_2 (= -\nu\epsilon_1)$ 의 절대치로 출력된다.





S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

■ 곡선응력의 측정

< 1 게이지법 >

일단(一端)을 고정하고, 다른 단에 힘을 가한 구형(矩形) 단면 cantilever의 표면에 스트레인 게이지를 1매 접착한 위치의 표면응력( $\sigma$ )은

$$\sigma = \epsilon_0 * E$$

가해진 힘(W)에 의한 모멘트 M은

$$M = W * x$$

X: 힘이 가해진 위치로부터 스트레인 게이지 중심까지의 거리량 표면응력( $\sigma$ )과 스트레인( $\epsilon_0$ )은 차기식으로 표시된다.

$$\sigma = M / Z$$

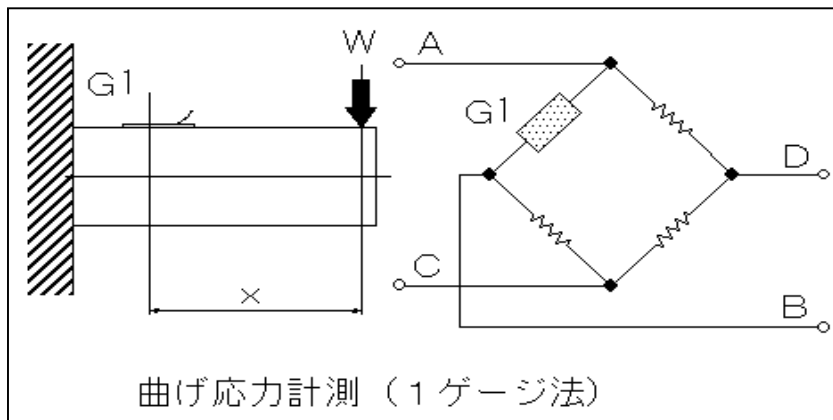
$$M = Z * \epsilon_0 * E$$

Z: 양(梁)의 단면계수 구형단면 경우의 단면계수는

$$Z = b * h^2 / 6 \quad b : \text{양의 폭} \quad h : \text{양의 두께}$$

로부터, 스트레인( $\epsilon_0$ )과 양에 부가된 힘(W)의 관계는 다음 식과 같이 표기된다.

$$W = b * h^2 * E * \epsilon_0 / 6 * x$$



곡선응력 측정



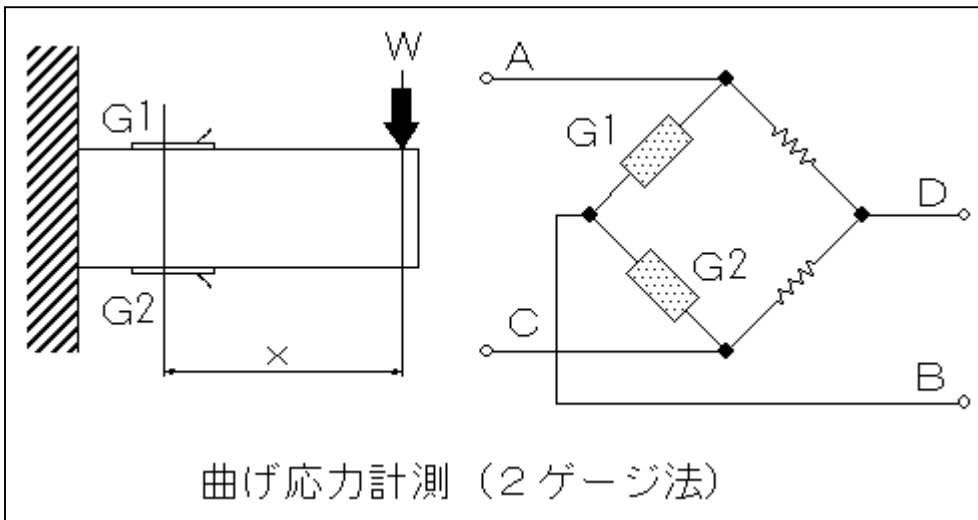
S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

< 2 게이지법 >

량(梁)의 대칭위치(裏表对称位置)에 스트레인을 접착하면 게이지의 출력은 절대치가 동일하고 부호가 역으로 된다. 이 스트레인 게이지를 옆에 접속하면, 곡선 스트레인은 2 배가 되어 축 방향의 힘에 의한 스트레인은 제거된다. 이때의 응력은

$$\sigma = \epsilon_0 * E / 2$$





S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

■ 전단응력의 계측

전단응력( $\tau$ ) 은

$$\tau = F/S \quad F : \text{전단력} \quad S : \text{량(梁)의 단면적}$$

이 경우의 전단력은  $F = W$ 가 되어, 양의 단면적은  $S = b * h$ 로 부터 전단응력( $\tau$ ) 은 다음 식과 같 이 표시된다.

$$\tau = W/b * h \quad b : \text{양의 폭} \quad h : \text{양의 두께}$$

또는 전단응력( $\tau$ )와 전단 스트레인( $\gamma$ )의 관계는

$$\tau = G * \gamma \quad G : \text{횡탄성계수}$$

로 부터

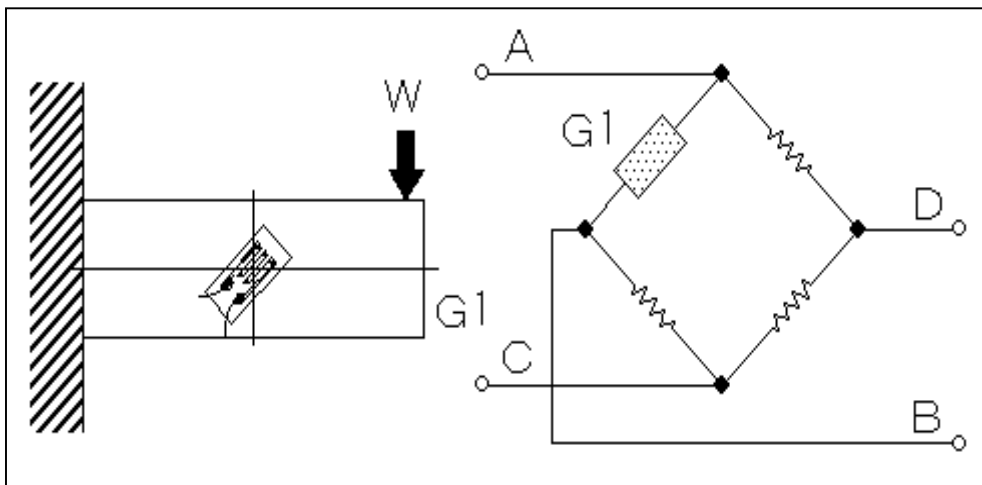
$$\gamma = W/G * b * h$$

가 된다. 또한, 전단 스트레인  $\gamma$ (rad)는 45° 방향의 스트레인  $\epsilon_0$ 의 2 배에 해당하므로,  $\epsilon_0$ 를 구하는 것에 의해 전단응력( $\tau$ )와 전단력( $W$ )를 구하는 것이 가능하다.

$$\gamma = 2 * \epsilon_0$$

$$\tau = 2 * G * \epsilon_0$$

$$W = 2 * G * b * h * \epsilon_0$$



전단응력 계측





**S&K Co., Ltd**

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

■ 나사선 응력의 측정

밑의 그림처럼 나사선 모멘트( $M\omega$ )를 받고있는 축에서 전단응력이 축표면에서 최대가 되는 식은

$$\tau_{max} = M\omega / Z_p$$

$Z_p$  : 극전면계수로 되고, 표면전단 스트레인은  $\gamma$ 는

$$\gamma = \tau_{max} / G = M\omega / G * Z_p$$

또한,

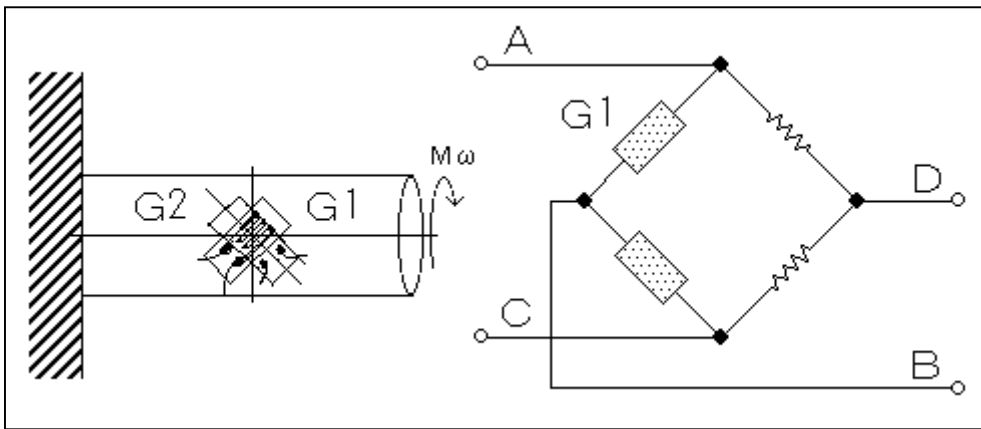
$$\gamma = 2 * \epsilon_0$$

로 부터 2 게이지법에서 측정하면 그 지시 스트레인( $\epsilon_0'$ )이 표면전단 스트레인 식으로 되고, 전단응력( $\tau$ )과 나사선 모멘트( $M\omega$ )는 차기식으로 표시된다.

$$\tau_{max} = G * \epsilon_0'$$

$$\epsilon_0' = \gamma = 2 * \epsilon_0$$

$$M\omega = G * Z_p * \epsilon_0'$$



참고)

종탄성계수(E)와 횡탄성계수(G)는  $G = E / 2(1 + \nu)$ 의 관계이고, 다음 식처럼 계산되는 경우도 있다.

$$\tau_{max} = G * \epsilon_0' = 2 * \epsilon_0 * E / 2(1 + \nu)$$

$$\epsilon_0 = \tau_{max} * (1 + \nu) / E$$

$$M\omega = E * Z_p * \epsilon_0' / 2(1 + \nu) = E * Z_p * 2 * \epsilon_0 / 2(1 + \nu)$$

로 부터

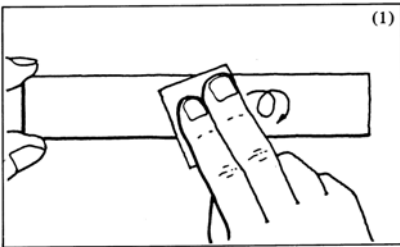
$$M\omega = E * Z_p * \epsilon_0 / (1 + \nu)$$



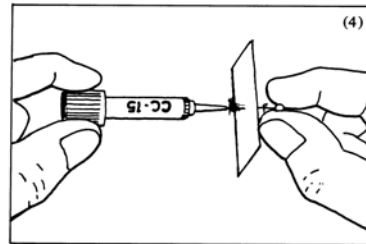
S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

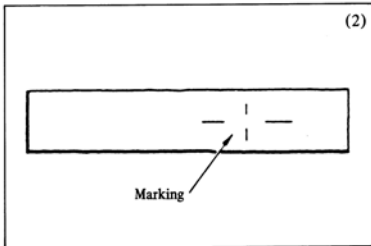
스트레인 게이지 부착법



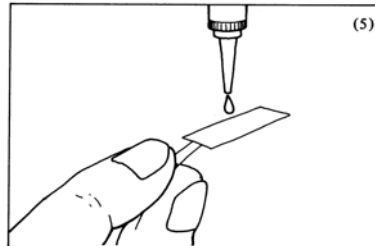
피측정물의 STRAIN GAGE를 접착할 장소에 SAND PAPER(Steel: #120~180, Aluminium: #240~320)로 원모양으로 연마하여 이물질을 제거한다.(거친 표면의 경우, 글라인더로 사전작업을 한다)



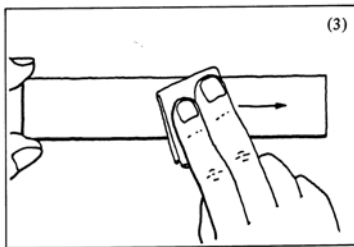
STRAN GAGE의 접착장소의 탈지, 세정을 한다. 탈지면이나 거즈에 솔벤트, 아세톤과 같이 휘발성이 높은 용제를 적셔 '한 방향'으로 강하게 문지른다.



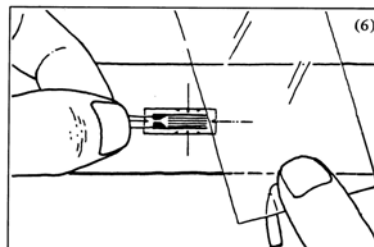
GAGE를 붙일 장소에 중심선을 표시한다. 피측정체의 표면이 얇고 부드러운 경우에는 5H, 6H의 제도용 연필을 사용한다.



GAGE의 뒷면(베이스 후면)에 접착제를 떨어뜨린다. 접착제는 급속하게 굳어버리므로 절대로 GAGE에 접착제를 바르지는 말 것



STRAN GAGE의 접착장소를 솔벤트와 산업용 티슈를 이용하여 탈지, 세정한다. 이때 티슈를 한 방향으로 강하게 문질러야 한다. 이때 왕복하여 닦으면 세정이 되지 않으므로 주의 요망.



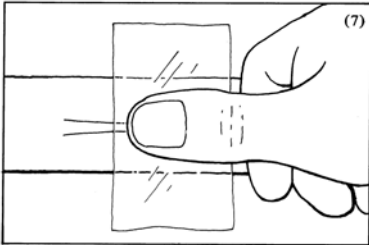
접착제를 묻힌 GAGE를 피측정체에 표시한 중심선에 맞추어 붙이고 부속품인 폴리에틸렌 시트를 덮는다.

스트레인 게이지 부착법

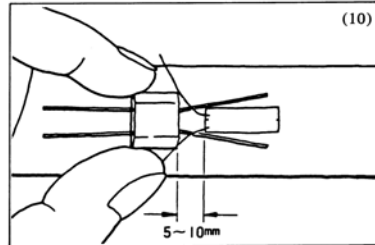


**S&K Co., Ltd**

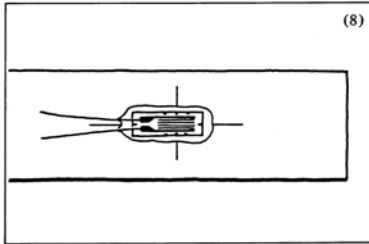
4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167



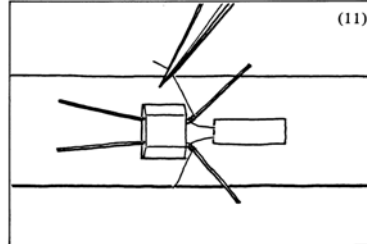
그림에서와 같이 폴리에틸렌 시트로 GAGE를 덮고 엄지손가락을 사용하여 GAGE를 약 20~60초간 누른다. 접착제가 급속하게 굳어버리기 때문에 (5)~(7)의 동작은 가급적 신속하게 실시한다.



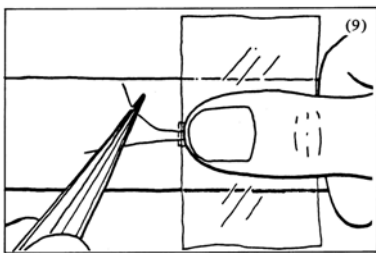
GAGE TERMINAL(T-P4)의 뒷면 종이를 제거하여 GAGE와 약 5~10 mm(혹은 3~5mm) 떨어뜨려 접착한다.



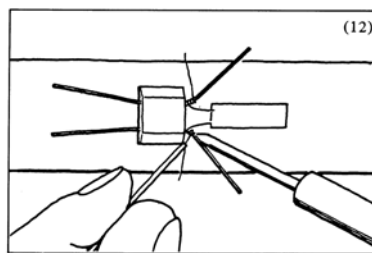
접착제가 굳고 난후에 폴리에틸렌 시트를 제거하면 이상적으로 접착된 경우에는 그림과 같이 접착제가 GAGE 주위로 나오게 된다.



핀셋을 사용하여 GAGE 리드선을 TERMINAL 리드선에 감는다. 이 때 두 선은 너무 평행하지도 너무 느슨하지도 않게 한다.



핀셋을 사용하여 GAGE 리드선을 살짝 집어 올린다. 이 때 단선을 방지하기 위하여 그림과 같이 폴리에틸렌 시트로 덮어 GAGE 리드선 끝을 누른 상태로 실시한다.



납땀기를 사용하여 두 리드선이 연결된 부분을 납땀한다.

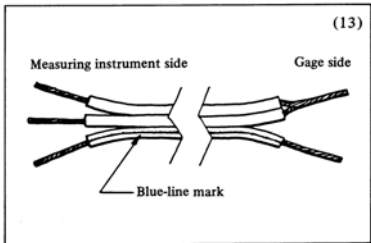
스트레인게이지 부착법



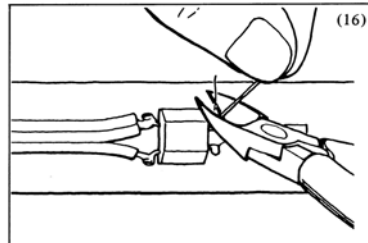
S&K Co., Ltd

4220 Ba-dong Central Circulation Complex,  
1258 Kurobon-dong Kuro-ku, Seoul, Rep. of Korea.  
Tel: 82-2-2684-2166 Fax: 82-2-2684-2167

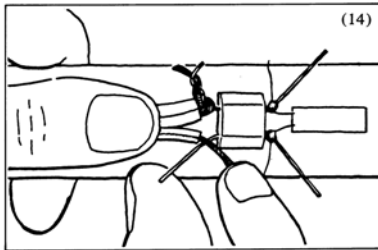
스트레인 게이지 부착법



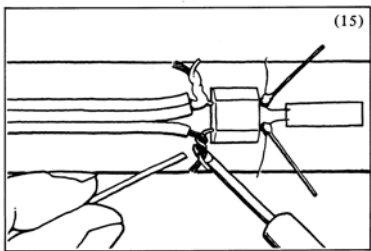
GAGE 리드선(3선식, 비닐 절연케이블, L-2)을 준비한다. GAGE측에 파란색 선과 나머지 두 선을 묶어 놓는다. 측정기 사이드는 세 가닥을 유지한다.



납땜 된 이외의 불필요한 부분을 제거 하면, 스트레인 게이지 설치가 마무리 된다.



두 선을 GAGE TERMINAL의 리드선과 묶어 연결한다.



묶은 선을 STRAIN GAGE측과 마찬가지로 납땜기를 사용하여 납땜한다.

<광고>

에스앤케이  
로드셀(Roadcell),  
변위변환계(DT),  
포텐티오메타(PM),  
압력센서(PT),  
토크센서(TT),  
가속도센서(AT),  
인디게이터(Indicator),  
진동계측기(Showa),  
시퀀서(Showa) 등을 공급하고 있습니다.  
많은 이용 부탁드립니다.