

# 게이지 팩터(Gauge Factor)의 정의와 유도

작성자: 대원

December 22, 2025

## 1 게이지 팩터의 기본 정의

게이지 팩터(GF)는 변형률(스트레인)에 따른 저항 변화율을 나타내며 다음과 같이 정의된다:

$$GF = \frac{\Delta R/R}{\epsilon} \quad (1)$$

여기서,

- $\Delta R$  : 저항의 변화량
- $R$  : 초기 저항값
- $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$  : 변형률

## 2 저항과 변형률의 관계

저항은 다음과 같이 정의된다:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

여기서,

- $\rho$  : 고유 저항(resistivity)
- $L$  : 도선의 길이
- $A$  : 도선의 단면적

### 3 저항 변화율의 유도

변형이 발생하면 길이와 단면적의 변화율을 고려해야 한다. 이를 미분하여 상대 변화율을 구하면:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta A}{A} \quad (3)$$

푸아송 비(Poisson's ratio)  $\mu$  를 이용하면 단면적 변화율은 다음과 같이 표현된다:

$$\frac{\Delta A}{A} = 2\mu \frac{\Delta L}{L} \quad (4)$$

따라서 위 식을 정리하면:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + (1 + 2\mu)\epsilon \quad (5)$$

### 4 게이지 팩터의 일반식

게이지 팩터(GF)는 저항 변화율을 변형률로 나눈 값이므로:

$$GF = \frac{\Delta R/R}{\epsilon} = (1 + 2\mu) + \frac{\Delta \rho/\rho}{\epsilon} \quad (6)$$

즉, 기하학적 변화  $(1 + 2\mu)$  와 재료의 고유 저항 변화  $\frac{\Delta \rho}{\rho}$  를 모두 고려한 결과이다.

### 5 단면적 변화율의 상세 유도

단면적  $A$  는 폭  $w$  와 높이  $h$  의 곱으로 표현된다:

$$A = wh \quad (7)$$

따라서 단면적 변화율은 다음과 같이 계산된다:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta w}{w} + \frac{\Delta h}{h} \quad (8)$$

푸아송 비의 정의에 따르면:

$$\frac{\Delta w}{w} = -\mu\epsilon, \quad \frac{\Delta h}{h} = -\mu\epsilon \quad (9)$$

이를 합치면:

$$\frac{\Delta A}{A} = -2\mu\epsilon \quad (10)$$

방향성을 고려하면 최종적으로:

$$\frac{\Delta A}{A} = 2\mu\epsilon \quad (11)$$

## 6 결론

따라서 게이지 팩터는 다음과 같이 일반적으로 표현된다:

$$GF = (1 + 2\mu) + \frac{\Delta\rho/\rho}{\epsilon} \quad (12)$$

이는 기하학적 효과와 재료의 고유 저항 변화를 모두 포함하는 식이다.