



ひずみゲージ

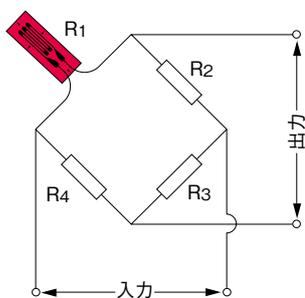
ひずみ測定方式

測定対象物にひずみが発生しますと、ひずみゲージのベースを經由して抵抗体にひずみが伝わってきます。発生したひずみに対応した抵抗変化とひずみの関係は次式ようになります。

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta R/R}{K}$$

ε : ひずみ
 R : ゲージ抵抗
 ΔR : ひずみを受けたときの抵抗変化量
 K : ゲージ率
 (ゲージパッケージに記載)

ひずみゲージの抵抗変化は微小な値ですのでホイートストンブリッジ回路を用いて電圧に変換します。



ブリッジ回路の出力電圧は

$$e = \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} E$$

e : 出力電圧
 E : 入力電圧
 R_1 : ひずみゲージの抵抗値
 $R_2 \sim R_4$: 固定抵抗の抵抗値

となります。

$R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ とするとひずみゲージにひずみがかわってひずみゲージの抵抗 R が $R + \Delta R$ になり

したがって、ひずみによる出力電圧 Δe (変化分) は

$$\Delta e = \frac{\Delta R}{4R + 2\Delta R} E$$

$\Delta R \ll R$ の場合

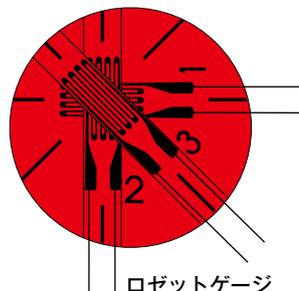
$$\Delta e = \frac{\Delta R}{4R} E = \frac{E}{4} K \varepsilon$$

となります。

ひずみゲージをひずみ測定器に接続するとホイートストンブリッジ回路が構成され、ブリッジ回路の入力電圧(ブリッジ電源)がひずみ測定器から供給されるため、ひずみ量(ε)をデジタル表示やアナログ出力などで測定することが可能です。

ロゼット解析の計算法

図のような3軸のひずみゲージを使用すると、主ひずみの大きさと方向を計算で求めることができます。(3軸 $0^\circ / 45^\circ / 90^\circ$ の場合)



第1軸 : ε_1
 第2軸 : ε_2
 第3軸 : ε_3

ロゼットゲージ

●最大主ひずみ

$$\varepsilon_{\max} = \frac{1}{2} [\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \sqrt{2 \{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2\}}]$$

●最小主ひずみ

$$\varepsilon_{\min} = \frac{1}{2} [\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \sqrt{2 \{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2\}}]$$

●最大せん断ひずみ

$$\gamma_{\max} = \sqrt{2 \{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2\}}$$

●第1軸のひずみゲージから主ひずみ方向までの角度

$$\phi_P = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left\{ \frac{2\varepsilon_3 - (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \right\}$$

$\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ の場合、最大主ひずみの方向は第1軸のひずみゲージから時計方向に ϕ_P 回転した方向で、最小主ひずみの方向は $\phi_P + 90^\circ$ です。
 $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ の場合、最大主ひずみの方向は第1軸のひずみゲージから時計方向に $\phi_P + 90^\circ$ 回転した方向で、最小主ひずみの方向は ϕ_P です。

●最大主応力

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_{\max} + \nu \varepsilon_{\min}) \\ &= \frac{E}{2} \left[\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{1-\nu} + \frac{1}{1+\nu} \sqrt{2 \{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2\}} \right] \end{aligned}$$

●最小主応力

$$\begin{aligned} \sigma_{\min} &= \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_{\min} + \nu \varepsilon_{\max}) \\ &= \frac{E}{2} \left[\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{1-\nu} - \frac{1}{1+\nu} \sqrt{2 \{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2\}} \right] \end{aligned}$$

●最大せん断応力

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \frac{E}{2(1+\nu)} \gamma_{\max} \\ &= \frac{E}{2(1+\nu)} \sqrt{2 \{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2\}} \end{aligned}$$

E : 縦弾性係数

ν : ポアソン比



注意

ロゼット解析の計算式は上図の3軸ひずみゲージに対応しています。軸No.の順番が異なる場合や、直角ロゼットゲージ以外のひずみゲージでは計算式が異なります。ご使用のひずみゲージの軸No.をご確認の上お使いください。