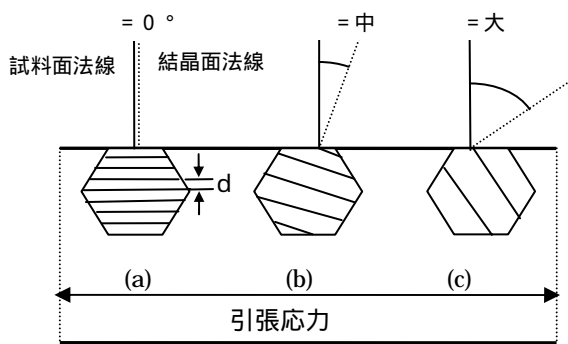


# X線による残留応力測定

## 1. X線応力測定法

金属材料は良く知られているように無数の結晶粒から成りたっており、それぞれの結晶粒はランダムな方向を向いています。このような材料に応力が加わると、結晶を構成している原子の距離が伸びたり縮んだりします。

例えば、**図1**に示すように引張応力が作用する場合には、(a)に比べ(b)、(c)では、その角度に従って結晶面間隔dが大きくなります。



**図1** 引張応力による結晶面間隔の変化

結晶面間隔の変化は材料の弾性限度内では、応力の大きさに比例します。したがって、各角（試料面法線と結晶面法線とのなす角度）における結晶面間隔の変化から応力を算出することができます。

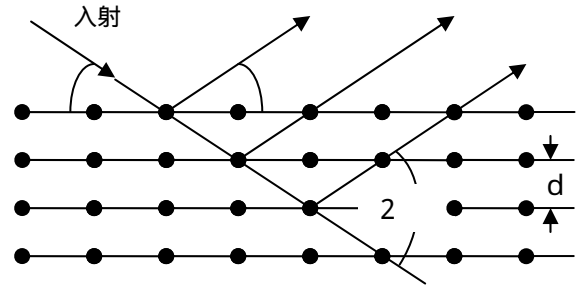
このような関係から材料に働いている応力を求める方法がX線応力測定法です。X線は良く知られているように結晶面で回折し、その時の結晶面間隔dと回折角との間には、次式に示すBraggの法則が成立します。

$$n \cdot \lambda = 2d \sin \theta$$

ここで、 $\lambda$ は波長、nは自然数

**図2**に、結晶面におけるBragg回折を示します。波長が一定の場合には、結晶面間隔dの変化にともない回折角 $\theta$ が変化します。この回折角 $\theta$ と応力との間には次式が成立します。

$$\sigma = K \cdot \frac{\partial (\theta)}{\partial (\sin^2 \theta)}$$



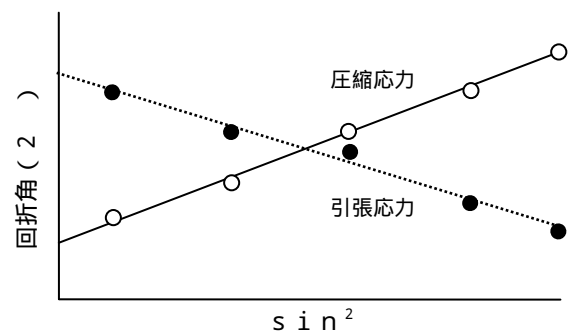
**図2** Bragg回折

Kは材料のヤング率、ポアソン比、無歪状態における反射角から求められる応力定数です。

この式から、回折角 $\theta$ と $\sin^2 \theta$ とは一次関係であることが分かり、その変化率に応力定数を乗ずれば応力値を計算できます。

## 2. 実際の測定方法

実際の測定は、水平に置いた試料に数点の角度からX線を照射し、それぞれの回折線強度分布を測定します。次に、それらの強度分布からピークを示した回折角 $\theta$ を、それぞれの角度における回折角 $\theta$ とし、**図3**に示すように $\theta - \sin^2$ 線図にプロットします。そして、プロットした点の最小二乗近似直線を求め、その直線の傾きに応力定数Kを乗じた値が応力の値となります。応力定数Kは負の係数ですから、直線の傾きが負の場合は引張応力で正の値となり、直線の傾きが正の場合は圧縮応力で負の値となります。



**図3**  $\theta - \sin^2$  線図

当研究所は微量部X線応力測定装置を所有しており、熱処理やショットピーニング処理された部品等の残留応力の測定を行っておりますので、ご利用ください。



工業技術部 加工技術室 水野金儀 (0566-24-1841)

研究テーマ：カーボンナノ材料を共析させた無電解ニッケルめっき皮膜の作製

担当分野：残留応力測定、表面加工