

ポータブル型 X 線残留応力測定装置について

1. はじめに

材料、部品内に含まれる残留応力は、部品の疲労寿命や、機械加工後の変形といった寸法精度に影響を与えるため、工業製品ではその管理が重要となります¹⁾。県内企業の支援強化のため昨年度、新たに導入したポータブル型 X 線残留応力測定装置(図 1)を紹介します。

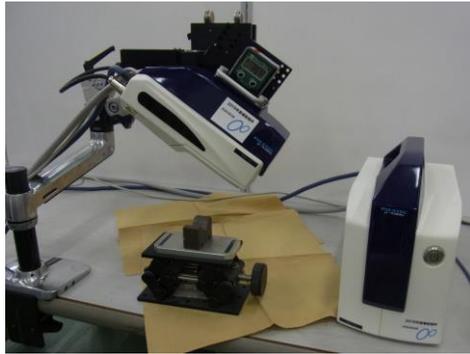


図 1 装置外観(パルステック工業製 μ -X360s)

2. X 線を利用した残留応力の測定

2-1. X 線残留応力測定の基本

X 線による応力測定では、X 線回折法が利用されています。残留応力が金属材料内に含まれていると、その大きさに応じて内部の結晶面間隔が伸び縮みします。これを X 線回折法で測定し、残留応力値を算出します。この原理を基本として、現在、 $\sin^2\psi$ 法と $\cos\alpha$ 法の 2 種類の算出法が日本材料学会によって定められています。 $\sin^2\psi$ 法はゴニオメータで X 線入射角を変化させながら回折 X 線を測定する方法です。一方、 $\cos\alpha$ 法では入射角を固定し、回折 X 線を二次元的に解析する方法で装置をコンパクトにすることができます。

2-2. $\cos\alpha$ 法について

金属材料のようにランダムな向きを持つ多結晶体に X 線を照射すると、リング状に X 線が回折されます(図 2)。このリングの現れる位置は結晶面間隔と対応しており、残留応力がある場合には、リングの重心が原点から移動するため、その移動方向と量から残留応力を計算によって求めます。新たに導入した装置では $\cos\alpha$ 法が採用されています。

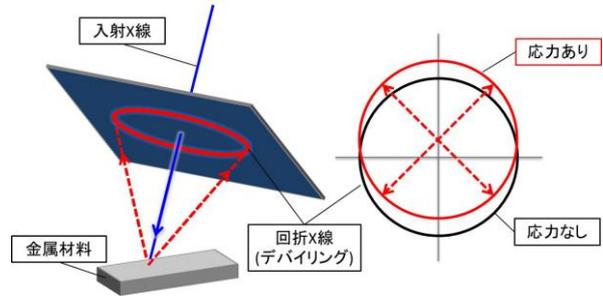


図 2 $\cos\alpha$ 法の測定原理

3. 測定事例

据置型($\sin^2\psi$ 法)とポータブル型($\cos\alpha$ 法)の 2 種類の装置で同じ供試体を測定した結果を紹介します。ショットピーニング処理で圧縮応力を加えた鋼材を用い、深さ方向に研磨をしながら残留応力の変化を測定しました。その結果を図 3 に示します。測定した残留応力値は同じ場所を 5 回測定した平均値と標準偏差を示しています。 $\sin^2\psi$ 法と $\cos\alpha$ 法を比べてもほぼ同一の結果を示しており、装置による差がないことが分かります。また、いずれの測定方法においても各測定値の標準偏差は $\pm 15\text{MPa}$ に収まっており、ばらつきの少ない測定結果と言えます。

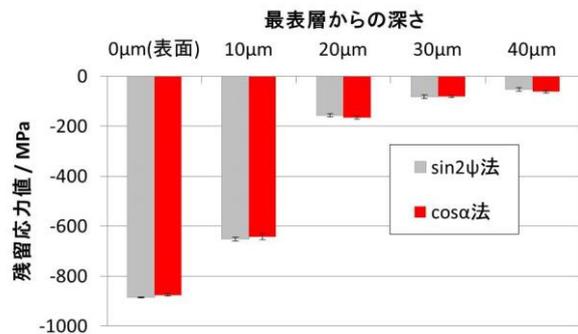


図 3 2 種類の測定法での残留応力測定値

4. おわりに

本装置の導入により、比較的大きな部品にも対応できるようになりましたので、お気軽にお問い合わせください。

※ポータブル型 X 線残留応力測定装置は 2019 年度 JKA 補助事業により導入しました。

参考文献

- 1)片岡康弘：あいち産業科学技術総合センターニュース 2012 年 10 月号



産業技術センター 金属材料室 森田晃一 (0566-24-1841)

研究テーマ：電子ビーム励起プラズマ窒化

担当分野：金属表面処理