

アルミニウム合金のX線による残留応力の測定

当研究所では、鉄鋼材料やアルミニウム合金について応力測定を行っています。鉄鋼材料についてはほぼ応力測定が可能ですが、アルミニウム合金については必ずしも応力測定ができるとは限りません。ここではアルミニウム合金の応力測定の例をあげます。

(1) 表面の残留応力と疲労強度

機械部品の疲労寿命等の耐久性は、素材内部の残留応力と大きな関係があり、その重要性が増しています。そのため、当研究所では、企業からの残留応力測定の依頼試験が多い傾向があります。

当研究所で行った研究結果¹⁾によりますと、鉄鋼材料の他 7075 アルミニウム合金でも微粒子ピーニングを行うと疲労強度が向上します。それは、残留応力が圧縮側に大きくシフトするからです。すなわち、残留応力測定が疲労強度を調べる簡便で有効なものと言えます。

残留応力を測定する際にまず、**図1**のように \sin^2 (θ は表面の法線に対する角度で、応力測定方向に傾斜している) をX軸に、 $\sin^2 2\theta$ (θ は例えばフェライト(211)面の回折ピーク角度) をY軸にして測定結果を表示して一次の直線とします。この傾斜と材料によって定まっている応力定数との積により残留応力を算出できます。しかし、材料の状態によっては測定が難しいことがあります。

(2) 集合組織を持った合金の残留応力測定

鉄鋼材料組織は、きわめて強い圧縮応力を受けると結晶粒の向きがランダムではなく、一定方向を向いた結晶が多くなる現象 - 集合組織の生成 - が見られます。けい素鋼板においてはその傾向が大きくなっています。また、同じく面心立方晶金属であるアルミニウム合金の場合に

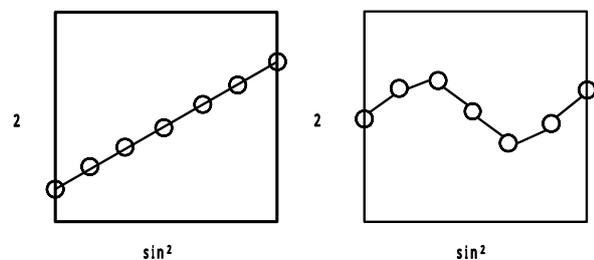


図1 通常の \sin^2 線図(左図)

図2 集合組織の \sin^2 線図(右図)

も通常の圧延により集合組織となることが知られています²⁾。

この集合組織は平衡状態ではないため、熱や新たな外部応力の付加によって緩和されます。加熱によって起こる再結晶や、応力除去焼鈍などによってもこの緩和現象が生じます。また、表面近傍に限られますが、微粒子ピーニングによっても大幅に緩和されます。

集合組織を持った合金の残留応力においては、照射角度によってX線の強度が大きく変化し、**図1**に示したような一次の直線関係にならない場合が多くあります。そのため、正確な残留応力測定ができず、測定誤差も大きくなります。実際には、 \sin^2 と2 の関係は、**図2**のようになり、応力計算をする範囲によって残留応力の値が大きく変化してしまいます。このような材料は、結晶粒が配向するだけでなく、弾性異方性も持つことが多く、弾性等方性を前提とした測定法では正しい応力値は得られません。

このように、集合組織を持った材料、特にアルミニウム合金板において、応力測定が困難になります。当研究所での測定においてもアルミニウム合金板は測定誤差が数 100MPa に達することがあります。しかしながら、微粒子ピーニング処理を行った材料については集合組織が大きく緩和されるため、測定をすることができます。

現在、このような非線形な \sin^2 線図をもつ材料に対して、最小自乗法を援用して応力を求める研究が進んでおり³⁾、また、その他にも特定方向からのX線照射法等様々な測定法の提案がなされていますが、汎用性のある方法としての実用化には至っていません。

当研究所では、種々の材料について残留応力測定を行っております。ここで述べたように測定が困難な場合もありますが、応力測定の相談に応じていますので、ご利用ください。

文献

- 1) 黒澤和芳：熱処理、217(4)、42(2002)
- 2) 軽金属協会編：アルミニウム技術便覧(カロス出版)、53(2003)
- 3) 斎藤雄治：非線形な \sin^2 線図をもつ材料のX線応力測定法、長岡技術科学大学 学位論文(2005)



工業技術部 加工技術室 黒澤和芳 (kazuyoshi_kurosawa@pref.aichi.lg.jp)

研究テーマ：微粒子ピーニングによる疲労特性の向上

指導分野：金属材料、熱処理、表面処理