

X線回折法を利用した金属材料の硬さ評価について

1. はじめに

金属製品の品質管理において、硬さは材料の強度特性を評価する手法として利用されています。しかし、硬さ試験は、ビッカース硬さ、ロックウェル硬さ等に代表されるように、圧子を試料表面に押し付け傷つけてしまうことから、製品には適用できないという問題があります。また、荷重をかける制約上、複雑形状をもつ製品は切断が必要となります。

そこで今回は、非破壊で硬さを評価する試みとして、X線回折法で得られる半値幅に着目して評価する方法について解説します。

2. 半値幅とは

工業材料の非破壊検査方法として、X線回折法は構成成分の同定や残留応力・残留オーステナイトの定量など、産業界で広く用いられています。X線回折法では、多結晶金属材料にX線を照射することによって図1に示すようなX線回折スペクトルを得ることができます。図中の $X_2 - X_1$ は、X線回折ピークの半分の強度値における両端を結んだ幅を表し、これを半値幅（半価幅）と呼びます。半値幅は、焼なまし組織では狭く、焼入組織や高炭素量の鋼材では広がる傾向にあり、不均一ひずみを反映していると考えられます。

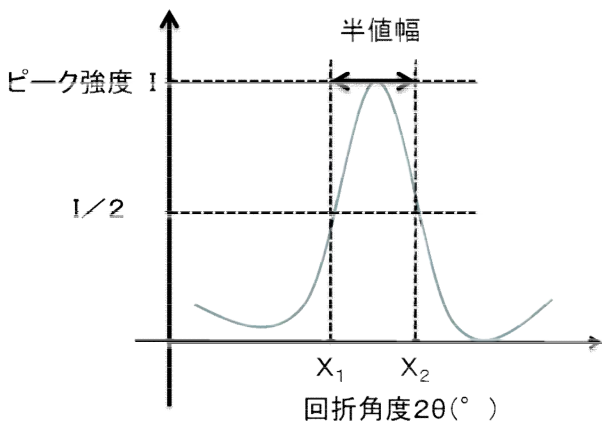


図1 X線回折スペクトルと半値幅

3. 硬さと半値幅の関係

硬さの異なる基準片を用いて、硬さと半値幅の関係を調べました。半値幅の測定は、(株)リガク製微小部X線応力測定装置PSPC/MSFシステムを使用しました。

図2に基準片のビッカース硬さと半値幅の関係を示します。半値幅は、硬度上昇とともに連続的に増加し、相関が認められました。このことから、実際の生産現場における熱処理品の判別に利用できると期待できます。

一方、表面加工を施した材料の半値幅測定例として、ショットピーニング処理を行ったSCM材の半値幅は、処理前の 3.5° に対し処理後は 5.5° に上昇しました。このように、材料表層が塑性変形を生じた場合にも、ひずみの存在により半値幅は増加します。表層部の半値幅は金属組織以外の影響が重畳することによって変化する、ということに留意が必要です。



図2 基準片の硬さと半値幅の関係

4. おわりに

以上のように、X線回折法は金属材料の硬さの非破壊評価方法として利用できる可能性があり、硬さ試験の適用が困難な製品、複雑形状品、表面加工品への利用が考えられます。

半値幅は、鉄鋼、アルミニウム等を対象に、当センターのX線応力測定装置を用いて測ることが可能です。ぜひご相談ください。



産業技術センター 金属材料室 片岡 泰弘 (0566-24-1841)

研究テーマ：ショットピーニング、ショットコーティングによる表面改質

担当分野：金属表面処理 残留応力測定