X線回折法による機械材料の品質評価技術

機械金属部 鷹合滋樹 安井治之藤井 要 粟津 薫

1.目 的

機械材料の品質評価は,短納期・簡略化が求められており,それに関する要望も増えてきている。中でも機械製品の破損原因解明や引張強さ・硬さの評価が多くの割合を占めている。破損に は疲労破壊,表面損傷などさまざまな種類があり,破損を支配する要因には材質(化学組成,金 属組織など),荷重,残留応力および雰囲気など数多く存在する。

このことに対して,X線回折法は機械構造物の破 損に密接な関係をもつ残留応力,残留オーステナイ ト量(金属組織)の測定ができまた鉄鋼材料の硬さ 等を非破壊で検査できる有力な材料評価法である (図1)。しかし実製品に対する事例については,ま だ不明な点が多い。そこで本研究では金型部品に対 して用いられているTiN 膜を被覆した超硬合金に対 し,新手法であるインプレーン法(面内)と従来の X線回折法を組み合わせることで,残留応力分布を 非破壊で求めた適用例について報告する。



図1 X線回折による材料評価

2.内容

2.1 X線回折による評価

X線回折法とは,健康診断のレントゲン撮影のような物体を透過するX線を利用する方法とは 異なり,材料に当たって跳ね返ってきた情報を読みとる手法である。金属材料やセラミックス等 の結晶でできている材料であれば,2dsin = (d:結晶の格子面間隔, :X線の波長)という ブラッグの式によって,跳ね返ってきた角度()を読みとればその結晶の長さ(ひずみ,応力) を評価することができる。また,この現象はフェライト,オーステナイト等の鉄鋼組織の結晶構 造が異なれば,別々の位置に返ってくることから残留オーステナイト量の評価にも対応でき,そ の回折図形の拡がりを利用すれば硬さも推定することもできる。いずれも非破壊検査であること が大きな特徴である。

2.2 TiN 膜の材料評価

コーティングによる表面改質は材料の耐摩耗性,耐疲労 強度特性を向上させるための技術として多くの分野に活 用されている。ところが成膜や使用中の外部負荷環境によ る残留応力の発生が,膜の剥離やき裂の発生に影響し,材 料の寿命を縮める恐れがあり,その解明が必要となってい る。特に CVD(化学的気相蒸着)によって成膜した TiN 膜をコーティングした超硬合金(WC-Co)の場合,成膜時に 引張応力が発生することが知られており,その原因を明ら かにする必要がある。そこでX線回折法を使って残留応力 測定を行った。試料は薄膜であるため試料の表面すれすれ にX線を入射させるインプレーン法(図2)を応力測定に



応用した。

試験片は鏡面仕上げした超硬合金に TiN 膜をコーティングしたものを用いた。

本研究に用いた装置を図 4 に示す。X 線の入射角は全反射付近の0.25 度とした。 この場合の侵入深さは,TiN 膜の場合, 約 0.2µm であり,TiN 膜自身の評価を行 っている。

測定した結果を汎用法で得られた結果 と併せて図5に示す。上図に示す汎用法の 場合,基板であるWCとTiN膜回折線が重 なってしまい判別が難しい。それに対して, 下図に示す本法より得られた回折結果は 基板であるWCの回折図形は消失しており, 膜のみの情報を得ることができる。

2.3 残留応力

得られた格子面間隔から残留応力を解 析した結果を図6に示す。汎用法で得られ た結果および本法を使って膜の応力分布 を求めた。図からは極表層部においても引 張の残留応力が発生していることがわか る。この原因として基板であるWC-Coとの 界面からの距離が異なることが原因とし て考えられる。

3.結果

インプレーン法と汎用のX線法を組み 合わせることで,試料における表面から の深さ方向の残留応力分布,結晶構造分 布を評価することができた。これらの手 法を利用することで,製品の強度評価, 破損原因を解明する手がかりが得られる。 また,今後も機械材料の疲労強度の推定 やX線回折による硬さの非破壊評価に応 用していく予定である。

本研究にあたり 超硬合金への CVD コ ーティングに関して多大なご教示をいた だきました㈱サン・アロイ 佐々木 賢 氏に感謝の意を表します。



図4 X線回折装置の外観

