

バルクハウゼンノイズ測定装置のご紹介

はじめに

バルクハウゼンノイズ(以下BNと称します)は、1917年にドイツの物理学者ハインリッヒ・バルクハウゼンによって、発見された物理現象です。BNは、強磁性体材料に交流磁場を印加した際に材料中の磁区が変化することによって発生する微小な磁気ノイズです。以下では、Stresstech社(フィンランド)によって製造・販売されているBN測定装置(ロールスキャン)による品質検査への適用について紹介します。

BN測定装置

BN測定装置の構成を図1に示します。ロールスキャン本体は、以下の機能を有しています。

- ①BNセンサーに交流電圧を供給する。
- ②センサーで検出されたBN信号を増幅・フィルター処理を行う。
- ③BN信号の実効値を数値として表示する。
- ④専用ソフト(Viewscan)によって測定結果をPCに保存する。

BNセンサーは、磁化磁極とBN信号検出磁極を備えています。BNセンサーを測定対象表面に接触させ、磁化磁極によってその表面近傍に交流磁場を付与します。検出磁極は、この交流磁場によって発生したBNを信号として検出します。

各種センサーを用いることで、様々な形状・種類・サイズの測定対象に対応できます。例を図2に示します。

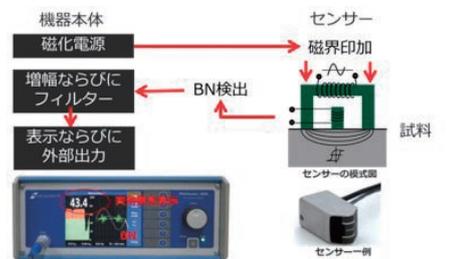


図1 BN装置の構成



(a)カムシャフト用 (b)ギヤ歯面用

図2 センサー例

品質検査への適用

BN信号は、応力、硬さに対して図3に示す関係があります。引張応力になるほどBN信号は大きくなり、圧縮応力になるほど小さくなります。一方、硬さについては、軟らかくなるほどBN信号は大きくなり、硬くなるほど小さくなります。

これらの関係を利用して非破壊で各種品質検査(研削加工不良検査、熱処理不良検査など)を行います。中でも研削加工不良である研削焼け検出に多く適用されています。

研削焼けは、研削加工時に冷却不足、砥石不良、加工条件不良等により、加工表面の温

度が高くなり、軟化や再硬化する現象です。これらの現象が発生すると、BN信号が正常部位に比べ大きく変化します。

例えば、軟化の場合、表面硬さが低下し、表面残留応力は引張傾向の状態になります。よって、前述したようにBN信号は正常部位と比べて大きくなり、感度良く研削焼けを検出することができます。再硬化の場合は、表面硬さが高くなり、BN信号が小さくなります。

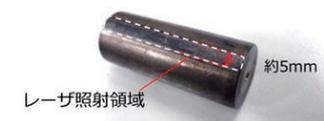
上記のBN信号変化において適当な閾値を設けることで、研削焼けの有無を判別できます。模擬的に研削焼けを発生させた試験体の判別例を以下に示します。

試験体の概要を図4に示します。最初に、φ20mm×長さ50mm(鋼種SCM415)の丸棒20個に浸炭焼き入れの熱処理を行いました。その後、周方向の幅5mmで軸方向にレーザー光を走査し、表面加熱することで研削焼けを模擬しました。研削焼けの程度の異なる試験体を作成するためにレーザー光強度を変えて、表面温度の異なる条件にしました。この試験体表面の一部をカムシャフト用センサーで周方向に走査し、BN信号を測定しました。さらに、X線応力測定装置で残留応力を測定し、ビッカース硬さ計で表面硬さを測定しました。



(a) 応力との関係 (b) 硬さとの関係

図3 応力・硬さとBN信号の関係



材質	SCM415(浸炭焼入れ)
サイズ	φ20×50(mm)
平均硬さ	約700HV
研削焼け模擬方法	レーザー光照射(局部加熱)

図4 研削焼け模擬試験体

試験体周方向にBNセンサーを走査測定した結果を試験体断面模式図とともに図5に示します。

図5(a)は、軟化を模擬した試験体の測定例です。レーザー光を照射した位置では、未照射部分に比べ、BN信号測定値が大きくなっています。図5(b)は、再硬化を模擬した試験体の測定例です。レーザー光を照射した範囲の中心部付近では、温度が高かったため再硬化し、BN信号測定値が小さくなっています。また、その周辺部は、軟化しているためBN信号測定値が大きくなっています。

これらのことから軟化ならびに再硬化の研削焼けを容易に検出できることがわかります。

これら試験体での残留応力、硬さとのBNの関係を図6に示します。レーザー光未照射部でのこれら測定値は青色マーカーで、レーザー光照射部でのそれらは赤色マーカーです。

図6(a)は、BN信号の大きさと残留応力の関係を示しています。BN信号の大きさが約125以上であれば引張で、それ以下であれば

圧縮と判別できます。図6(b)の硬さの場合も同様にBN信号の大きさが約125以上であれば、硬さ低下とし、それ以下であれば、正常なものと判別できます。

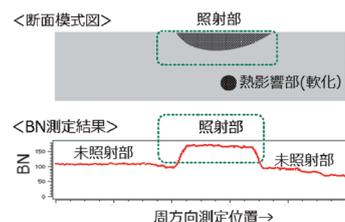
以上のように、一般的な研削焼け検出方法(ナイタルエッチング:非破壊でなく、目視による官能判別)に比べ、BN信号測定による検出方法は、非破壊且つ数値での判別が可能となります。さらに、BNセンサーを接触させるだけで、迅速に研削焼けを検出することができます。

おわりに

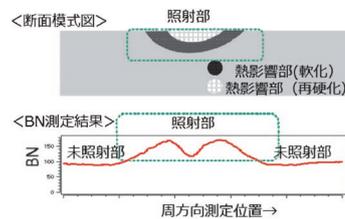
研削焼け検出をはじめとして表面品質検査(熱処理や残留応力等)への非破壊検査が可能なバルクハウゼンノイズ測定装置を紹介しました。弊社では、測定デモを行っておりますので、お気軽にお問い合わせください。

お問い合わせ窓口

計測・検査事業部 技術営業部 林 一雄
TEL 045-620-5039 FAX 045-620-5057
hayashi.kazuom53@nstec.nipponsteel.com

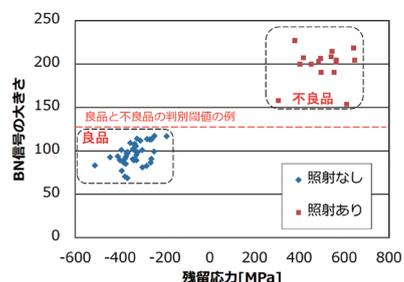


(a) 軟化の場合の測定例

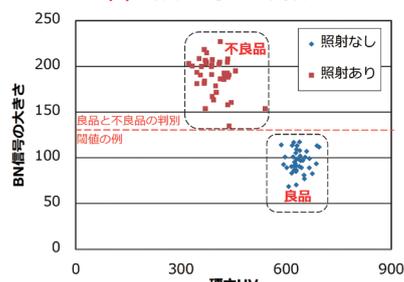


(b) 再硬化の場合の測定例

図5 軟化及び再硬化でのBN測定例



(a) 残留応力との関係



(b) 硬さとの関係

図6 残留応力及び硬さとの関係