

可搬式X線残留応力測定装置

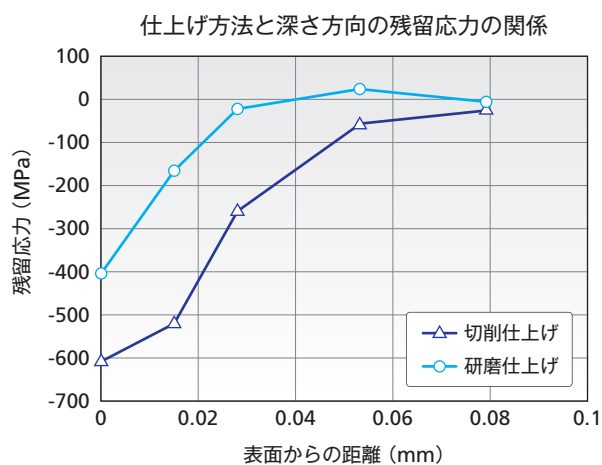
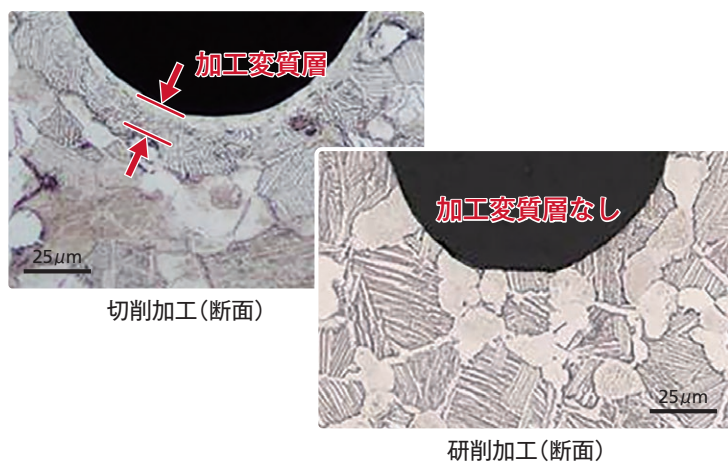
切削加工や溶接を行うと、図らずとも材料には引張や圧縮の応力が導入されます。この応力のことを残留応力と呼んでおり、悪影響を及ぼすものは疲労強度低下や遅れ破壊、SCCを招く原因の一つとなるため、製品の残留応力を管理することは非常に重要です。

製品表面の残留応力を非破壊で簡便に測定する唯一の手法が、X線回折を利用した残留応力測定法です。この度導入したX線残留応力測定装置は、コンパクトな可搬型で、ラボ内での測定から現地での計測まで、幅広い場面での測定に対応が可能です。また、残留応力のみならず、残留オーステナイト量*1や半価幅*2の測定も可能です。

*1：鋼を焼き入れ処理したときに、未変態のオーステナイトとして残った柔らかい相で、熱処理の善し悪しの判断基準となる。

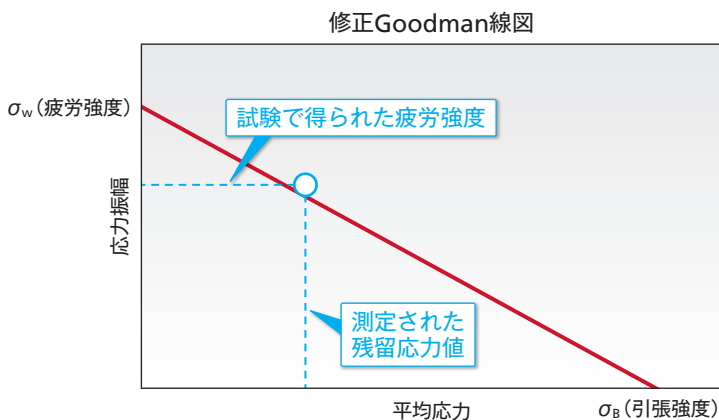
*2：X線回折ピークの半分の強度値における回折角度の幅。材料の硬さなどとの相関がある。

適用例① 加工方法の差による試験片残留応力の把握



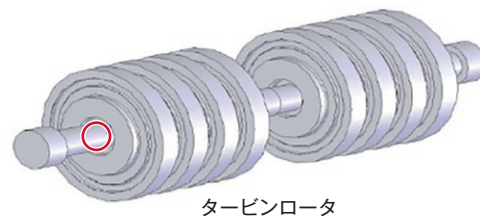
試験片を機械加工すると、加工変質層が発生します。最適な加工方法を見出すためには、加工後の試験片を切断、断面観察を行って加工変質層の深さを確認しますが、それだけでは加工によって導入された残留応力の大きさや向き(引張か圧縮か)は分かりません。また、見た目では加工変質層がない場合でも、残留応力は存在します。[X線残留応力測定と電解研磨を用いることで、試験片表面だけではなく、深さ方向の残留応力値も測定できるので、よりの確な加工方法を選定することが可能](#)となります。

適用例② 修正Goodman線図での確認



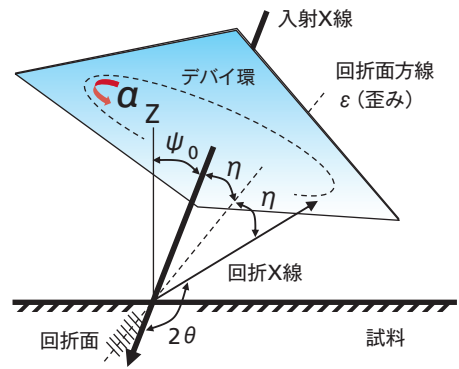
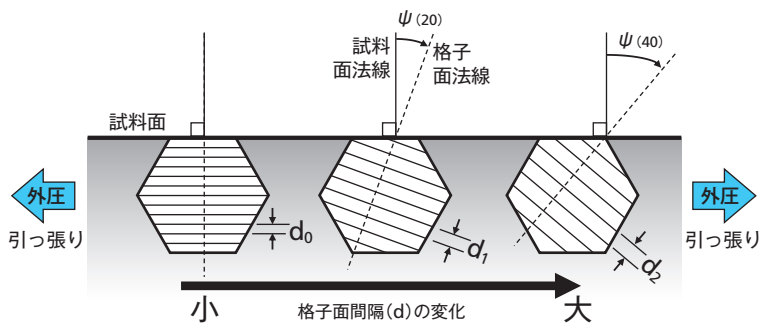
一般的に、高サイクル疲労寿命は、引張の平均応力が大きいほど低下することが知られており、その関係は修正Goodman線図で示されています。試験前に試験片表面を[X線残留応力測定することで、試験片に導入されている平均応力\(残留応力\)を知ることができ、精度の高い試験結果の評価につながります。](#)

適用例③ 現地計測



可搬型なので、装置設置が可能な場所であれば、現地での計測が可能です。

X線残留応力測定の実理



一般的に、金属材料は多結晶体です。外力がかかると、結晶の格子面間隔が変化します。例えば、引張りの外力がかかると間隔は大きく、圧縮ならば小さくなります。

また、多結晶体にX線を照射すると、Braggの式*3を満たす向きの結晶が回折を起こし、X線入射点を頂点とした円錐状にデバイ環と呼ばれる回折像が得られます。結晶の格子面間隔が変化している(残留応力がある)と回折角が変化し、デバイ環にずれが生じ、これから格子面間隔のひずみ量を求め、材料のヤング率やポアソン比から残留応力値を求める方法です。(cos α法)

*3: $2d\sin\theta = n\lambda$ ここで、d: 格子面間隔、θ: 回折角、λ: X線の波長

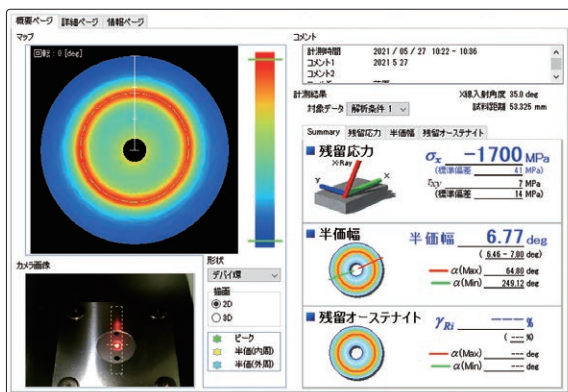
導入した装置の特徴



装置の外観

パルステック社製 μ-X360s

特徴	内容
1. 非接触・非破壊測定	<ul style="list-style-type: none"> ・製品を傷つけない非接触測定 ・可動部が無いので取り扱いが容易
2. 低出力で高感度 安全・安心設計	<ul style="list-style-type: none"> ・低出力X線管(45W)で安全測定 ・装置から2.5m離れば自然界とほぼ同等の放射線 ・照射開始ブザーが鳴動、照射中は警告灯が点灯
3. 小型・軽量・省電力	<ul style="list-style-type: none"> ・世界最小・最軽量 ・本体+電源は一人で運搬可能(専用ケース有り) ・バッテリー(オプション)でも駆動可能(最大電力150W)
4. 操作簡単で高速測定	<ul style="list-style-type: none"> ・マーカーとカメラにより位置あわせが簡単 ・グラフィカルなインターフェイスで扱いやすい ・コピー&ペースト機能で報告書を簡単作成 ・60秒で測定(フェライトの場合)
5. 高精度・高信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・回折環100%のデータを取得 ・非接触・非破壊で硬さ測定(事前に検証が必要) ・配向や粗大結晶粒の様子も視覚的に判断



計測データ出力画面の例