



● **新規導入設備のご案内**

『X線残留応力測定装置』

● **研究紹介**

『工具鋼への複合表面処理技術の開発』

● **新規導入設備のご案内 『X線残留応力測定装置』**

・ **概要**

金属材料には外力を加えるとこれに反発する内力が発生し、外力を取り除いた後にわずかに内力が残る場合があります。これを残留応力と呼びます。例えば鋳造においては、鋳型中での冷却時に残留応力が生じ、冷却後の亀裂や、機械加工中での変形、時間の経過とともに歪み、寸法変化などの原因となります。残留応力は鋳物の形状（特に肉厚の異なる箇所）や冷却速度、鋳型の構成材料等によっても生じます。また、金型においても残留応力は寿命を短くする原因となり、鋳物やダイカスト等製造において、製品あるいは金型の残留応力分布を把握することは重要となります。

このたび、当研究所では微小部測定用システム AutoMATE II (図1) と大型構造物測定用応力ヘッド SmartSite RS (図2) (リガク製) を導入しました。AutoMATE II は小型部品の精密測定から大型の製品 (最大試料重量 30 kg) まで非破壊で精度よく測定できます。SmartSite RS は可搬型のため、搬送が困難な大型重量物においても現場での測定が可能です。



図1 AutoMATE II



図2 SmartSite RS

・ **残留応力測定の効果**

これらの装置による製品・金型等の残留応力測定により、以下の効果が期待されます。

・ 鋳造やダイカスト製品の残留応力に起因する歪みや割れなどの不良原因を解明し、残留応力を除去または低減するよう製品設計や加工方法を改善することにより、不良発生の低減を図ることができます。

・ 熱処理や鋳造後の金属製品は残留応力により変形やソリを生じることがあり、変形品の矯正作業 (歪取り) が必要ですが、残留応力の低減化により矯正作業が減少します。

・ ショットピーニング等の表面処理により残留応力を制御することで、金型の耐久性が向上するためメンテナンスや保守頻度の減少によるダイカスト製品等の製造サイクルタイムの短縮化が可能となります。

・ ダイカスト製造等における残留応力のシミュレーションの結果と実際の残留応力の結果を比較検討することにより、迅速な製品設計、製造工程の改善等が行えます。さらに、より複雑な形状の製品の安定かつ高度な品質保持・生産性向上が可能となります。

・ **おわりに**

当研究所の試験機器を利用することにより、自社製品の品質管理や製品開発に役立たせることが期待できます。残留応力測定にご興味をお持ちの方は是非お問い合わせください。

本装置は、経済産業省の平成 29 年度補正予算「地域における中小企業の生産性向上のための共同基盤事業」により整備されました。

1. はじめに

近年の自動車産業分野において各種部材等の軽量化が進められ、ネジやボルト類においてもダウンサイズ化と低コスト化が求められています。ダウンサイズ化に伴い、品質精度の観点から熱処理済みの高硬度ネジ素材が不可欠となっています。しかし、高硬度ネジによりダイスの耐久性が低下し、ダイスの取り換え、生産ライン停止等が問題となり、高硬度ダイスが必要となります。そこで、対応策の一つとして、イオン窒化等の表面処理を施し、表面硬度を高くしていますが、処理面へのスパッタリング作用によりマイクロクラックなどの亀裂の起点が発生しやすい、表面層に脆い化合物層が生成される等の問題があり、さらなる耐久性の向上が求められています。そこで、耐久性の向上が期待できるショットピーニング処置と窒素をキャリアーとする表面処理を複合させた複合表面処理を試みました。

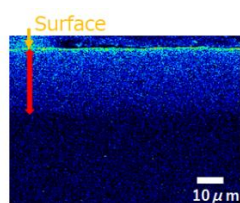
2. 複合表面処理

平面研削した 20mm 角×4mm 厚の高硬度工具鋼板材（870HV）を用意し、平均粒径φ50μm のスチール材（800HV）によるエア式ショットピーニング（SP と記す）を試みました。また、SP 処理条件としては、投射材噴出ノズルから試験片までの距離を 200mm とし、試験片の送り速度を 33.3mm/sec としました。

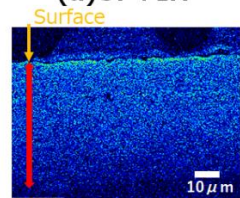
窒素をキャリアーとした表面処理については、イオン窒化（IN と記す）処理とアルゴンプラズマから電子ビームを引き出し、窒素ガスを励起させることで高濃度の窒素原子を生成し、被表面処理物の表面から窒素原子を拡散させる窒素拡散（DN と記す）処理の 2 種類を試みました。

3. 窒素拡散状態・硬さ・残留応力

複合表面処理後の断面について、窒素分布状態を観察した結果を図 1 に示します。SP 処理後に IN 処理を施す（SP+IN と記す）と窒素拡散層は 35μm 程度（赤い矢印部）であり、SP 処理後に DN 処理を施す（SP+DN と記す）と窒素拡散層は 62μm 程度であることが分かりました。図 2 に表面からの硬さ分布結果を示します。複合表面処理によって表面側が未処理材よりも硬くなり、硬化深さは、図 1 の窒素分布像から算出した窒素拡散層に対応しており、窒素拡散層が大きい程より内部まで硬くなる事が分かりました。図 3 に表面近傍における残留応力分布を示します。SP+IN では、最表面に-1692MPa の最大圧縮残留応力が存在し、内部に行くほど圧縮残留応力は減少することが分かりました。また、SP+DN では、表面から 20μm 付近で、最大圧縮残留応力（-1692MPa）を示し、内部に行くほど圧縮残留応力は減少することが分かりました。

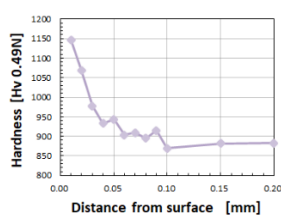


(a)SP+IN

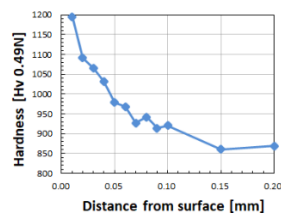


(b)SP+DN

図 1 窒素拡散状態



(a)SP+IN



(b)SP+DN

図 2 深さ方向の硬さ

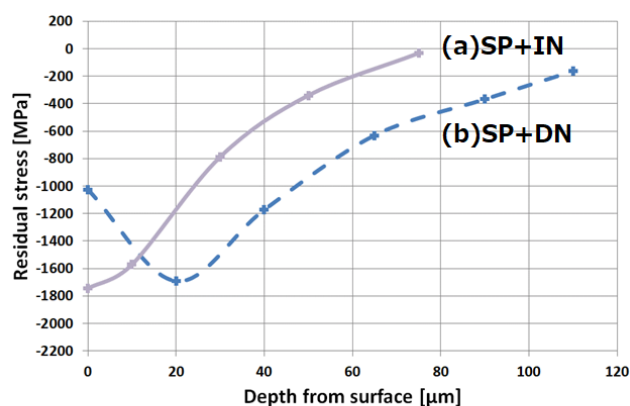


図 3 深さ方向の残留応力

4. まとめ

複合表面処理（SP+IN、SP+DN）は、高硬度工具鋼の耐疲労特性に影響する圧縮残留応力や耐久性に影響する表面硬さを制御できる技術であることが分かりました。さらに、IN+SP、DN+SP の複合表面処理効果や各種複合表面処理を施したダイスを用いた実機による耐久性評価についても検討していますので、ご興味をお持ちの方はお問い合わせください。