

「シャフト部品及び大型金型の熱処理歪み修正技術」

1. はじめに

自動車産業をはじめ電気機械・輸送機械・精密機械等の我が国の産業は、グローバル化にともなう価格競争が激化する中で、市場ニーズに先行する新商品をスピーディに開発し、魅力的な価値、価格の商品を提供することが業界で勝ち抜く鍵となっている。

これら産業の主力部品である金属プレス加工部品はプレス用金型を用いて開発されており、金型には高硬度、耐久性（長寿命）、高精度を具備することが必須条件として求められている。このため金型の硬度を制御できる“熱処理”は必然な工程であるが、熱処理された金型プレートには必ず歪みが発生し、短納期化・低コスト化の妨げになっている。

そこで弊社は「平成 21 年度補正 ものづくり中小企業製品開発等支援補助金」で、熱処理時に発生する“歪み（曲がり）”を抑える技術開発に取り組んだ。それが「歪み極小化熱処理技術“㊤syori”」（以下 ㊤syori）である。

その後、平成 22 年・23 年度 戦略的基盤技術高度化支援補助金(サポイン)等で「歪み修正装置“ULFLAT・I”」（以下 ULFLAT・I）（図 1）を開発し、㊤syori の自動化及び大量処理体制を整えた。

しかし、開発から約 10 年が経過する中で様々な顧客の要望が寄せられた。その中から次世代に向けた新たな修正装置の開発目標を以下に定めた。

- ① プレート形状以外の形状への対応（主にシャフト部品）
- ② ULFLAT・I では処理できないサイズへの対応（金型プレート）



図 1 ULFLAT・I

2. 歪み極小化熱処理技術 “㊄syori”

(1) ㊄syori とは

一般的に熱処理されたプレートの歪み修正には JIS で定められた“プレステンパー”を用いる。プレステンパーとは、熱処理時に歪んだプレートを、焼戻し(テンパーリング)の際に治具(鋼板等)で挟み(プレス)、歪みを矯正する方法である。この方法はある程度歪みを直したい場合には比較的容易であり、有効である。但し“ある程度”の修正に限られる。

例えば、A3 サイズ程度の SKD11 相当のプレートの歪み修正をプレステンパーで行った場合 0.1mm~0.3mm 程度の歪みが残る。しかし弊社が開発した㊄syori は熱処理工程で発生する歪みを極限まで抑えた熱処理技術であり、上記のプレートであれば 0.03mm 程度の歪みに抑えることが可能である (図 2)。

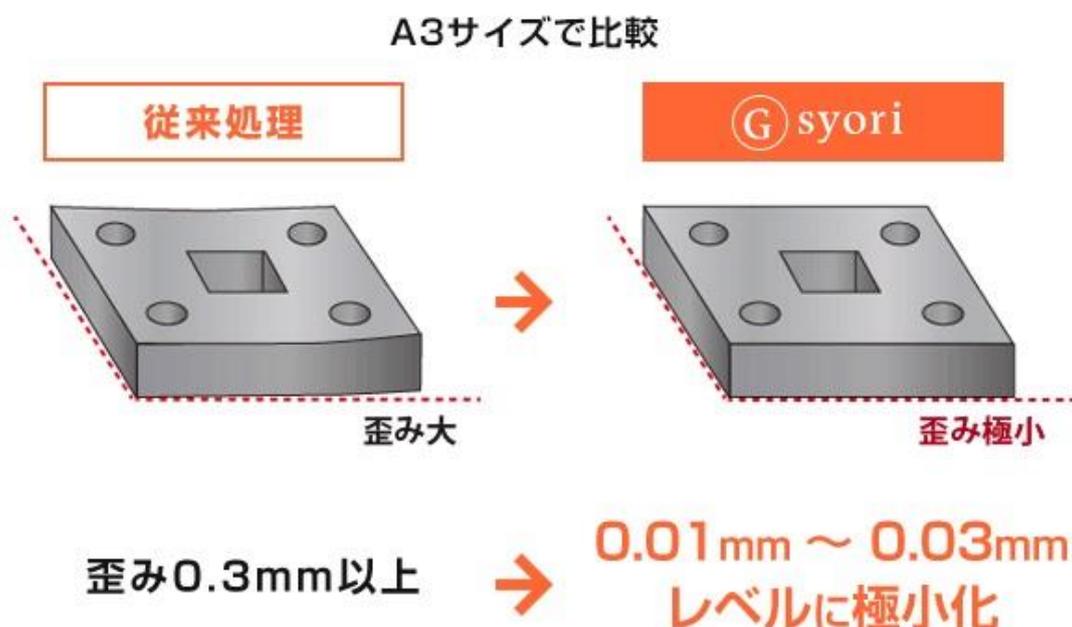


図 2 従来処理と㊄syori との歪み比較

(2) ㊄syori のメリット

㊄syori されたプレートと他社で熱処理されたプレートの違いは「歪みの程度」であることは理解して頂けたと思う。では歪みが少ないことで何が起こるのか？

㊄syori を試して頂いた金型業界からの評価は「㊄syori は歪みが少なく、後工程の研磨が楽になった」、「㊄syori は非常に精度が高く、後加工がやり易い」である。なかには「プレートの反り具合を何も考えずに、ただベット(テーブル)に置くだけとなり、研磨作業が格段にやり易くなった」である。

また、「歪みが少ないため、研磨しろを少なくすることができた」、「SKD、SKS 共に反り

が少なく、研磨が短時間で仕上がる」、「砥石（ボラズン）がほとんど減らなくなったため、砥石の寿命が大幅に伸びて助かっている」とも。©syori は材料費の削減と作業時間の削減に繋がる。つまりコスト削減が実現するのである。

エンドユーザー（主に自動車業界）からの評価は「金型の経年変形が随分減った。おかげで金型の組み込み作業が大幅に減少した」である。金型等金属加工製品は時間を経ると寸法変化、形状変化等の歪みが発生することがある。この「経年変形」は熱処理後の金型に加える加工量に比例するため、©syori によって加工時間が大幅に減ったプレートで製作された金型は「経年変形」の発生も抑制できるのである。

ここであるお客様の例を紹介したい。自動車部品の金型製作とプレス加工をされているお客様だが、金型プレートの熱処理歪みに悩んでおられ、展示会でたまたま弊社の©syori を知ってから直ぐにお試し頂き、現在では大幅なコスト削減に成功されている。

「今まではプレートをひっくり返し、ひっくり返して苦勞して熱処理後の仕上げ研磨をしていたが、©syori にしてからは同じ厚さのプレートを並べておいて一気に研磨できる。こんなに楽なことはない！」

作業者の方のお言葉であるが、実際に©syori 前後のコスト比較をしたところ、なんと1/8 までコスト削減に成功したのである（図3）。

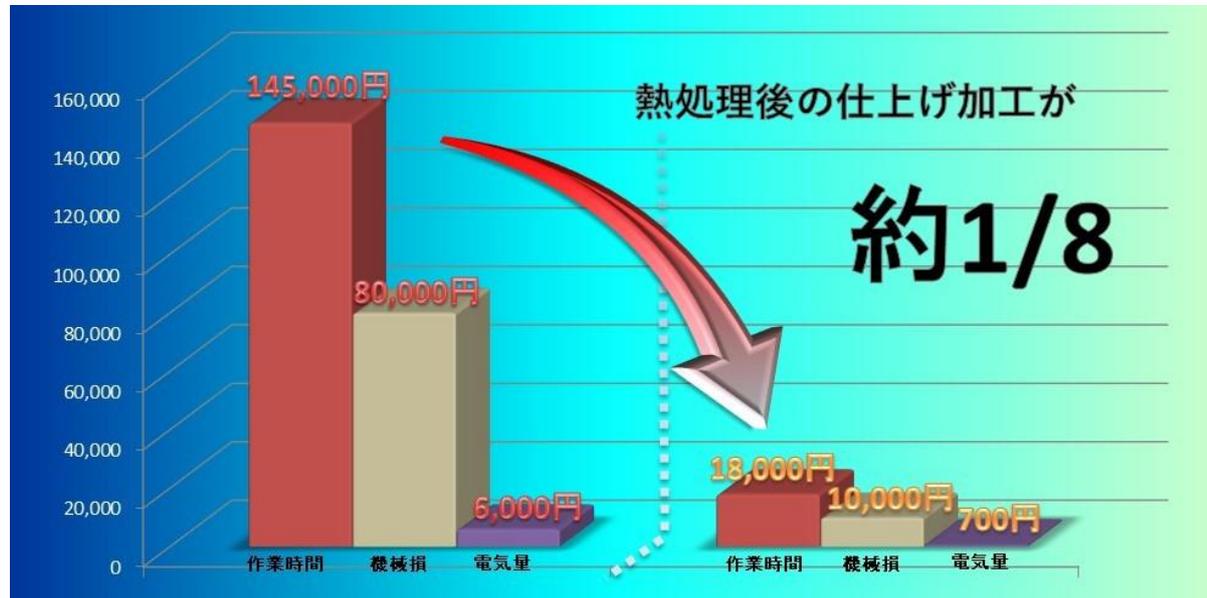


図3 8分の1コスト削減の内訳

㊿syori のメリットをまとめると次の通りである。

㊿syori は熱処理後の金型プレートの仕上げ加工（平面出し研磨・微調整）の時間が大幅に短縮できる。

時間短縮できるが故に工具類の消耗が少なく済み、消費電力や切削油の削減にもつながり環境保全にも寄与できる。また通常必要とされる研磨しろも少なくて済む。さらに熱処理プレート自体の精度が高いことから微調整の苦労も無い。これらが結果的にコスト削減につながる。また、加工時間の減少に伴い経年変形の抑制にも効果がある。

つまり㊿syori された金型であれば“高精度化”、“短納期化”、“低コスト化”、“環境配慮型工法”、“省エネ化”を実現できるのである（表 1）。

	従来处理	㊿syori	効果	
金 型 製 作 部 所	金型プレートの研磨しろ(余裕肉しろ)の比較			
	研磨しろ	0.3mm～	～0.05mm	③④⑥⑦
	熱処理後の仕上げ加工(平面出し研磨・微調整加工等)における比較			
	作業時間(金額)	半日～2日(36,000～145,000円)	数分～2時間(1,000～18,000円)	③④⑤⑥⑦
	機械損・切削工具(金額)	消耗 大(20,000～80,000円)	消耗 小(5,000～10,000円)	
	電気量・切削油(産業廃棄物)	使用量 大(1,500～6,000円)	使用量 小(30～700円)	
	仕上げ加工に伴う残留応力等への影響			
	残留応力	大	小(無)	①②
経年変形	大	小(無)		

凡例:①高精度化、②長寿命化、③短納期化、④低コスト化、⑤環境配慮型工法、⑥省エネ化、⑦省資源化

表 1 ㊿syori のメリット

3. 次世代歪み修正装置 ULFLAT II の開発

先にも触れたが、日々寄せられるお客様の要望を実現するため以下の修正装置開発目標を定めた。

- ① プレート形状以外の形状への対応（主にシャフト部品）
- ② ULFLAT・I では処理できないサイズへの対応（金型プレート）

この目標達成のために新たな歪み修正装置の開発に着手した。この開発には「平成 29 年度 補正ものづくり・商業・サービス・経営力向上支援補助金」を利用した。

(1) ULFLAT・I からの変更点とメリット

a. ULFLAT II の加圧構造

ULFLAT・I は油圧シリンダーで金型プレートを 5 軸・5 点加圧（中央部 215 kN、周辺 4 カ所 30 kN）するが、ULFLAT II（図 4）では 3 軸・3 点加圧とし、サーボモーター制御でそれぞれ独立して加圧できる仕様とした。これは、シャフト部品に対応するための制御性と位置精度及びメンテナンス性を考慮した結果である。



図 4 ULFLAT II

b. ULFLAT II の内寸サイズの変更

大型の金型プレートに対応するため、有効内寸空間サイズを従来の W470mm×D470mm×H100mm から W570mm×D570mm×H100mm とした。それまでは ULFLAT I で処理できない大型サイズのプレートは手作業で処理していたが、ULFLAT II により作業時間の短縮と高精度化が期待できる。

c. シャフトなどの軸部品への対応

ULFLAT II にセット可能な耐熱修正治具を開発した。技術情報漏えいの問題があるため写真はお見せできないが、例えば SKS21（合金工具鋼）材で長さ 200mm・直径 10mm 程度のシャフトの場合、従来のバーナー修正後の歪みが 0.1mm 程度だったのに対し、ULFLAT II では 0.02mm 程度まで修正が可能となる（諸条件による）。

以上が ULFLAT II の進化とメリットであるが、検査についても触れておきたい。

㊦syori は歪みの少なさから、従来のシクネスゲージでの歪み検査では不十分である。そこで弊社では㊦syori 開発当初から三次元測定器（図 5）を導入し、平面度測定を行ってきた（図 6）。この三次元測定器が測定できる最大有効サイズが W500mm×D400mm である。

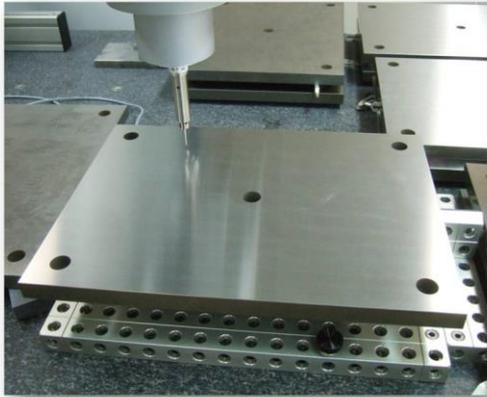


図5 三次元測定器

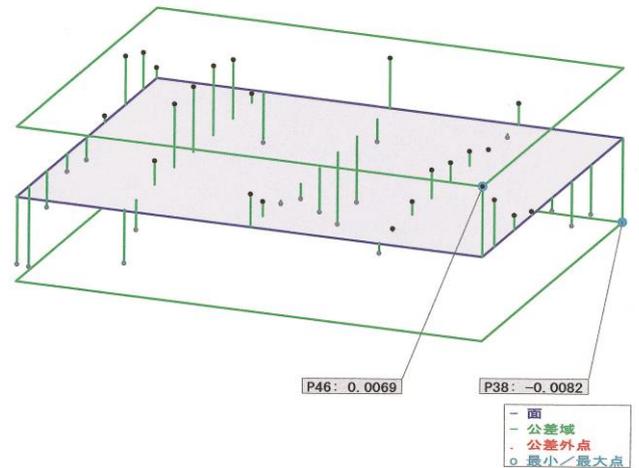


図6 三次元測定結果例

ULFLAT-Iは処理可能なプレートサイズが W470mm×D470mm であったため、あまり問題はなかったが、ULFLAT-IIで処理されたプレートの歪み測定には現在の三次元測定器では少々小さい。そこで弊社では新たに大型プレート対応の「非接触平面度測定器」を「平成30年度補正ものづくり・商業・サービス生産性向上促進補助金」を利用して開発・導入する。

これにより大型プレートでも高精度な測定結果を得られるとともに、お客様へ信頼性の高い技術をご提供できると確信している。

ULFLAT-IIの完成によって、目標であったプレート形状以外の形状(主にシャフト部品)への対応と大型サイズのプレートへの対応は可能となった。また品質面においても安心してお客様へご提供できる環境が整うこととなった。

4. ©syori+PVD コーティング「O.Ncoat」で更なるコスト削減

©syori は金型製作の納期短縮・コスト削減に貢献できることは理解頂けたと思う。また、エンドユーザーにおいても金型のメンテナンス工数の削減に期待できることは先に述べた通りである。これに弊社の PVD コーティング「O.Ncoat」を加えたさらに 1 歩進んだコスト削減をご紹介したい。

(1) オリジナル PVD コーティング皮膜の開発

「平成 28 年度 補正革新的なものづくり補助金」を利用し開発された弊社オリジナルコーティング皮膜「TG」(図 7) は主に超硬工具等の切削工具向けに開発された多層膜である。特長は酸化温度が 1200℃であり、高硬度難削材加工に有効である。また、同時に開発された「MG」(図 8) は摺動性に優れており、主に金型向けの超多層膜である。これらに従来性能が向上した「TiN-H」や「TiAlN-H」を加えた新開発 PVD コーティング皮膜を総称して「O.Ncoat」(以下 O.Ncoat) と呼んでいる。



図 7 O.Ncoat 「TG」



図 8 O.Ncoat 「MG」

(2) O.Ncoat 「TG」「MG」の進化

「TG」、「MG」は開発から約 2 年が経過しているが、その間も改良を加えてきた。さらに皮膜自体の改良だけでなく、表面改質と合わせた複合処理で金型や切削工具の高性能・長寿命化を図るため「平成 30 年度 戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン)」で開発を進めている。

この開発では「TG」、「MG」の高硬度化・耐熱性の向上・摩擦低減による摺動性の向上を目指している。さらに金型や切削工具へ表面改質を施すことで母材との密着性が向上すれば今以上に高性能・長寿命化を図ることが可能となる(図 9)。

高性能・長寿命を実現する新たな開発

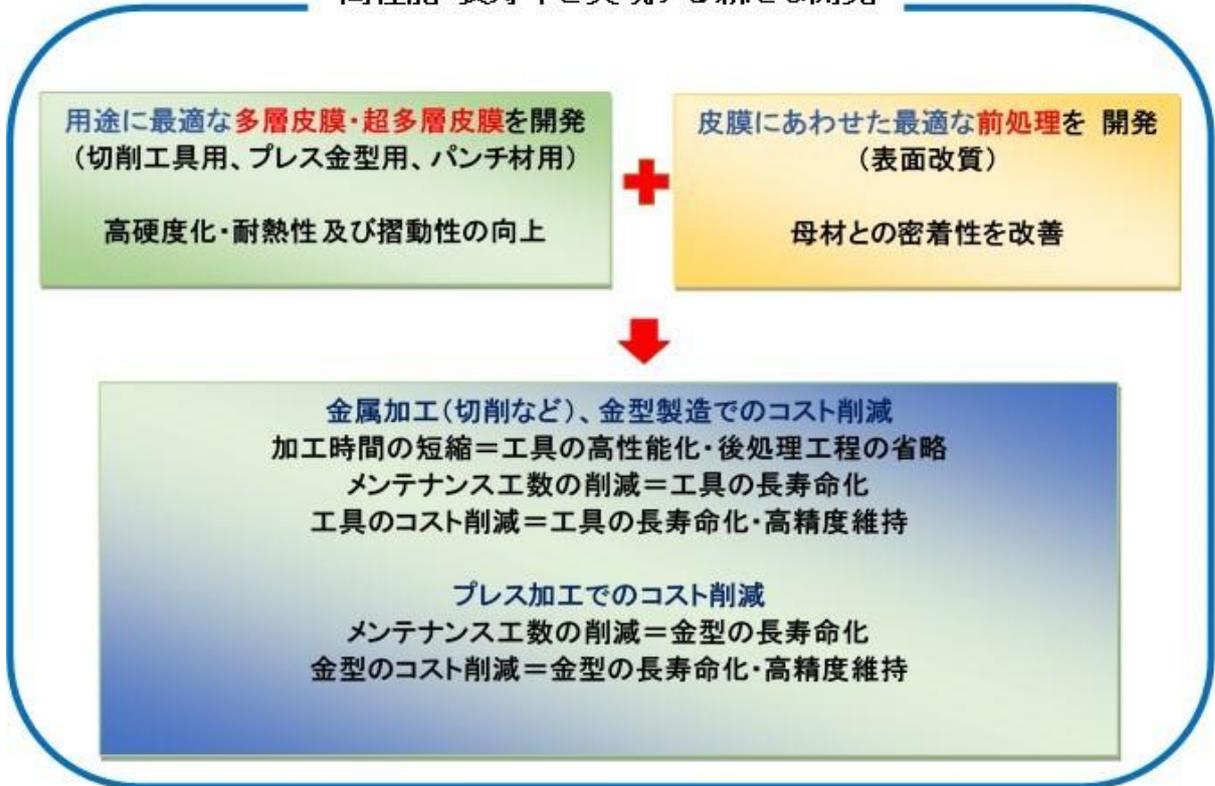


図9 コーティング皮膜と表面改質によるコスト削減

前述したGsyori と O.Ncoat を組み合わせることで相乗効果によるコスト削減が実現する (図10)。

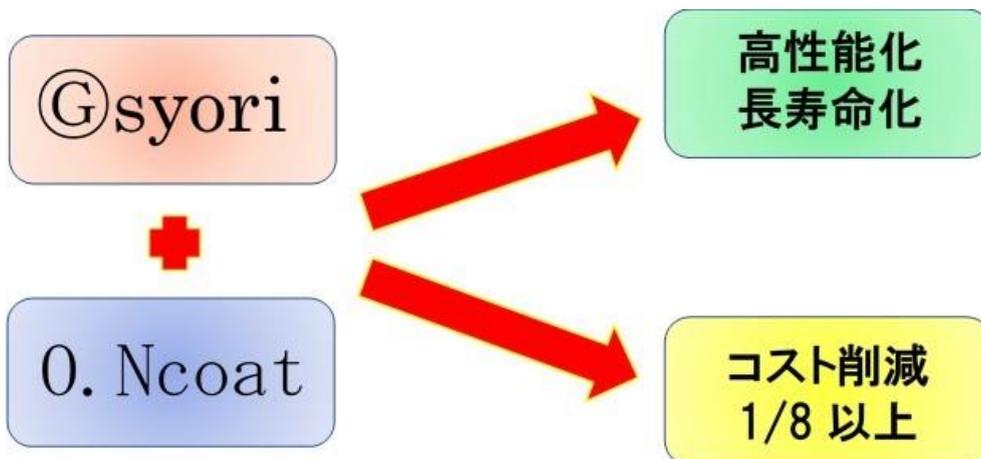


図10 Gsyori と O.Ncoat の相乗効果

5. 試作して分かる㊤syoriの凄み

まだ㊤syoriを開発して間もない頃、金型製造をされているお客様からの反応は、「歪み0.03mmレベルという数値は本当か?」、「技術は凄いがそこまで歪みを抑える必要性はあるのか?」、「歪みが多少大きくても最終的に研磨してしまえばよいのでは?」というものだった。そういったお客様に少しずつ㊤syoriを試して頂き、現在では日本全国から㊤syoriの注文を頂くようになった。

なぜ、全国的に㊤syoriが浸透したのか?それは「Gsyoriされたプレートは研磨作業が本当に楽だから」である。

「㊤syoriされたプレートは研磨していて爽快感がある。本当に気持ちいい!」あるお客様のお言葉である。現場の作業者が真っ先に㊤syoriのすごさを実感された。もちろん多くの経営に携わる方々からは「コスト削減に繋がって助かる」とおっしゃって頂いている。㊤syoriは作業現場からも経営者からも間違いなく歓迎される技術なのである。

まだ㊤syoriを試されていない金型製造に係る方々には是非一度お試し頂きたい。そしてそのすごさを実感して頂きたい。

お問い合わせ

岡谷熱処理工業株式会社

〒394-0033 長野県岡谷市南宮1-5-2 TEL:0266-23-4610 FAX:0266-23-4652

URL:<https://www.okanetu.jp>

事業内容

- ・ 真空熱処理・・・歪み極小化熱処理技術“㊤syori”等
- ・ 真空浸炭・浸炭窒化・・・粒界酸化や浸炭ムラが無い浸炭
- ・ イオンプレーティング・PVDコーティング“0.Ncoat” 金型や切削工具の性能が向上し長寿命化を実現

受賞歴 (㊤syori)

- ・「中小企業優秀新技術・新製品賞」・・・平成25年6月受賞
- ・「NAGANOものづくりエクセレント2014」・・・平成26年10月受賞
- ・「ものづくり大賞NAGANO2014」・・・平成26年10月受賞
- ・「第30回・素形材産業技術賞」・・・平成26年11月受賞