

株式会社 ヨシノハード

高精度な技術を追求める熱処理加工のパイオニア、
多彩な設備を活かし「多種少量」のニーズに対応

私たちの生活は、さまざまな技術によって支えられています。それは普段目にするものから、意識することなく利用しているものまで実にさまざまです。一般には馴染みが薄い鉄鋼の熱処理技術もその一つですが、「鉄は熱いうちに打て」「焼きを入れる」「体がなまってしまう」など、日常でよく使うこれらの言い回しは、実は熱処理が由来となっていることをご存知ですか？

「熱処理」を一言でいうと「赤めて冷やすこと」です。金床とハンマーで刃物や工具を修理・成形する鍛冶屋さんを連想するとわかりやすいと思います。赤めるは「加熱」、冷やすは「冷却」です。鋼は加熱と冷却によって性質が変化する特性があるため、その用途や目的に応じて温度や時間、処理方法などの

さまざまな熱処理が施されます。自動車や建設機械の部品、マンホールなど、身の回りの鋼鉄製品・部品のほとんどが「加熱・冷却」による熱処理加工されたものです。ちなみに「熱処理」を英訳すると「heat-treatment」（ヒートトリートメント）。鋼に熱処理を施すことで、さまざまな特性の製品が作り出されるのです。

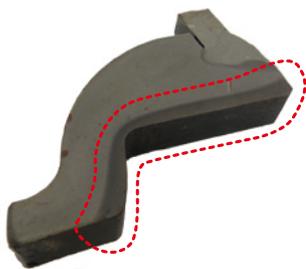
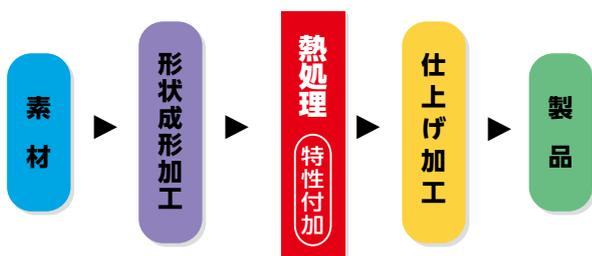
■「第4工場」としてスタート

株式会社ヨシノハード（以下、ヨシノハード）は、越谷市に本社工場を構える鉄鋼の表面熱処理加工を主業務としています。設立は33年前の1983年（昭和58）ですが、その23年前の1960年（昭和35）に吉野電化工業株式会社の高周波焼入れ（鋼に高周波の電磁波による電磁誘導を起こし、表面を加熱させて焼入れを行う熱処理方法）部門が設置されたことに端を発します（吉野電化工業株式会社については本誌2015年10月号参照）。

当時の吉野電化工業では、4つの工場が稼働していました。第1工場が本社、第2工場がプラスチック部門、第3工場が塗装およびめっき加工部門、そして第4工場が熱処理加工部門です。複数の経営基盤を持つことで経営の安定化を図ることが目的でしたが、それぞれが特性を活かした専門工場として成長していったのです。

熱処理は塗装や溶接などと同様に、特殊工程作業のため、顧客（発注元）からの厳しい認定監査が必要となります。当時は工場認定がないと稼働できない時代でしたが、誠意あ

部品の製造プロセス



破線部分が熱処理加工箇所

※熱処理では鉄鋼のねばり強さなどの特性を活かしつつ、使用条件に応じて表面部分だけに耐摩耗性や潤滑特性などを高める加工をすることが多い。

代表的な表面熱処理加工

	熱処理方法	処理温度	長所	短所	主な適用金属	主な材料記号
高周波焼入れ	誘導加熱により、表面を急速に加熱・冷却して表面に焼入硬化層を形成。	850℃ ～ 1050℃	●処理時間が短い ●焼入れの深さを調整しやすい	●大型部品や複雑な形状の部品は熱効率が不安定	・中炭素低合金 ・鋼 ・鋳鉄	S45C SCM440
浸炭焼入	一酸化炭素ガスの分解で発生した活性炭素を固溶させ、鋼鉄の表面から炭素を拡散。	850℃ ～ 950℃	●硬化層が深い	●歪が大きい	・低炭素低合金 ・鋼	SCM420
軟窒化	アンモニアと浸炭性ガスの混合ガスで、窒素と炭素を拡散浸透させる。	550℃ ～ 580℃	●歪が少ない	●硬化層が浅い	・中炭素低合金 ・鋼 ・炭素鋼 ・鋳鉄	SCM435 FCD600
窒化	アンモニアガスの分解により発生した窒素を固溶させ、拡散浸透させる。	500℃ ～ 550℃	●歪が少ない ●硬度が高い	●硬化層が浅い ●処理時間が長い	・窒素鋼 ・工具鋼	SACM645

る真摯な仕事と、専門性を備えていた「第4工場」は、部品の熱処理が不可欠な自動車産業の発達に伴って、その業績を伸ばしていきました。また、自動車産業だけでなく、日本国有鉄道の認定工場となるなど、その実績を積み上げていきます。その後、第4工場は、「株式会社ヨシノハード」として独立し、歴史を刻むこととなります。

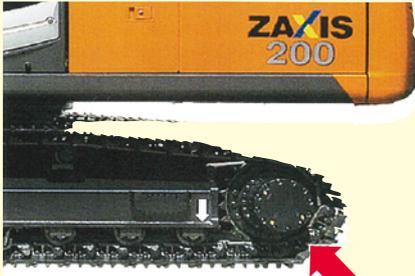
1986年（昭和61）には、油圧シリンダ用ロッドピストン（42頁右下の写真参照）のバフ研磨（研磨剤を含んだ布を高速回転させて行う研磨加工法）や硬質クロムめっき設備を設置し、高周波焼入れからの一貫加工を開始します。高周波焼入れなどの表面熱処理をした後にバフ研磨をして、その上にめっき処理を施す一貫した加工ラインの構築は画期的なことで、現在でも一貫したラインを持つ工場は全国でも珍しく、まさに唯一無二の存在として業界内でも注目されています。現在は、高周波焼入れ装置9台と焼戻炉5台、浸炭・窒化などの装置7台、研磨装置5機、めっき設備が3基もの設備を備え、持ち込まれた商品ごとに最適な組み合わせを提案し、顧客ニーズに柔軟に対応できるシステムが構築されています。

■浸炭熱処理の歪低減への挑戦

鉄や鋼は強固で硬いイメージがありますが、熱処理によって軟らかくも硬くもなります。目的や用途に応じた特性を十分に引き出すためには熱処理が不可欠で、適切な熱処理を施さなければ、摩耗したり曲がったり、折れてしまう可能性もあります。

熱処理方法には鋼鉄全体の組織を変える「全体熱処理（一般熱処理）」と、鉄鋼の表面の特性だけを変える「表面熱処理」に大別されます。主に機械部品は、その使用条件によって、靱性（ねばり強さ）を十分に維持しつつも、耐摩耗性や潤滑特性などの表面特性が求められます。また、全体熱処理では希望の硬さが得られずに、曲がったり折れるなどの欠点があります。この問題を解決する熱処理法が「表面熱処理」です。

表面熱処理の目的は、鉄鋼の表面のみをミクロレベルの深さで硬化することで耐摩耗性も向上させることです。代表的な表面熱処理方法としては、鉄鋼材料を急熱・急冷して一定の表面の深さに焼入れ硬化層をつくる「高周波焼入れ」、鉄鋼材料を加熱して表面層から炭素を浸透させる「浸炭焼入」、炭素と同



※スプロケット
軸の回転をローラへ伝達したり、ローラの回転を軸に伝達するための歯車。

工程① 材料受け入れ(鍛造品)・搬入



写真は3日分の材料
約260枚



パレットに積載して
工場内へ

工程② 高周波焼入れ処理の実施

2枚同時に高周波処理の設備に投入。現在は1直1人体制。



パレットから異動



処理中



工程③ 急冷



急冷層

処理中



工程④ 磁気探傷

スプロケット自体を磁気化し、紫外線を当てることで傷を探知する非破壊試験。



磁気化中



ブラックライトでの検査

工程⑤ 焼き戻しと冷却

焼入れ処理によって硬化した鋼に韌性を与える熱処理。再加熱し、一定時間保持した後、徐冷する。



工程⑥ 出荷



焼入れ処理後、出荷。
外部製作所にて端面加工および孔明作業が行われる。

時に窒素も浸透させる「浸炭窒化」、鉄鋼材料を加熱して表面層から窒素を拡散浸透させる「窒化」などがあります。2004年、ヨシノハードでは、受注した熱処理のうちの約60%を占める浸炭焼入に着目し、高機能化、耐久性、低コスト化を図るため、独自の浸炭焼入の技術開発をスタートさせました。

浸炭焼入は、高周波焼入や窒化と比べると、硬化層が0.02～2.0mmと幅広く調整できますが、耐摩耗性や靱性を必要とするギヤやシャフト、バルブなどの多くの機械部品に使用されています。しかし、歪みが生じやすく、騒音や振動、寿命が短いため、後工程として、矯正加工や研削加工などが必要となり、労力やコスト面での課題も併せ持っています。浸炭焼入の歪みを可能な限り低減させることは、同業他社との差別化はもちろんですが、顧客に貢献したいという熱処理加工メーカーとしての強い思いがあったためです。

歪みの原因を突き止めるために、「材料、設計、鍛造、冷間加工、浸炭、機械加工、焼戻し、焼入れ」までの全行程を細部まで徹底的に検証し、分析・検討が重ねられました。鋼は加熱温度が高いほど膨張変形し、かつ焼入・冷却に伴う寸法変化を起こします。浸炭焼入では、加熱による寸法変形を極力少なくするために、加熱温度を低くしたいのですが、温度が低いと浸炭時間が長くなるなどの欠点があるため、一般的に900℃以上の高温で行なわれます。ヨシノハードでは、焼入加熱温度の低下を図るために、鋼に窒素を付加させ、焼入温度を700℃（理論的には590℃まで可能）まで低下させることに成功したのです。

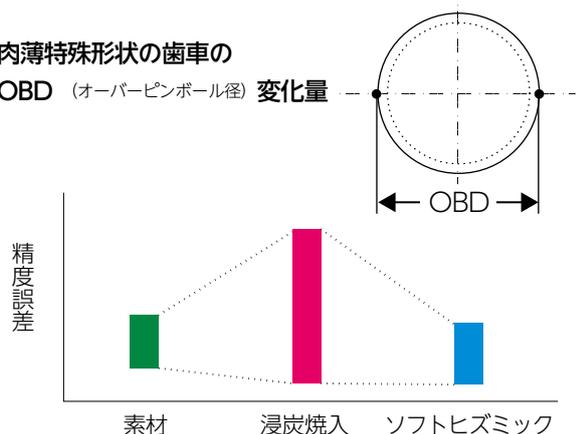
この新技術『ソフトヒズミック』は、焼入れ温度を低温化できるため、熱処理歪を従来に比べて最大1/10にまで低減することが可能となりました。また、窒素の侵入により、軟化抵抗が大きくなることで、耐摩耗性を向上させるとともに、後工程（研削、切削）の削減が可能となるため、コストの大幅な低減にも繋がります。さらに、表面の硬さや硬化層を独自にコントロールできるため、ニーズに応じた製品を提供でき、顧客満足度も高める、まさに画期的な『新浸炭窒化処理法』といえます。

ソフトヒズミック処理の特長

浸炭処理における歪を焼入れ温度の低温化により低減！

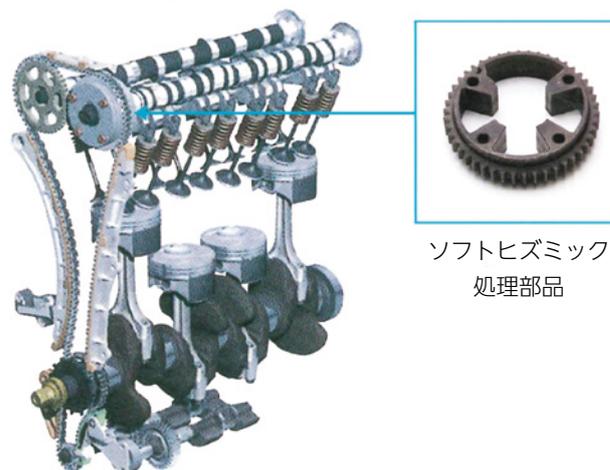
■肉薄特殊形状の歯車の

OBD（オーバーピンボール径）変化量



■ソフトヒズミックによる変形量（各熱処理による歯車精度の比較）

	歯スジ	歯形	歯車等級
処 理 前	± 2 μm	± 2 μm	2級
一般浸炭焼入	± 12 μm	± 15 μm	4級
高周波焼入れ	± 22 μm	± 20 μm	5級
ガス軟窒化	± 5 μm	± 5 μm	3級
ソフトヒズミック	± 5 μm	± 5 μm	3級



■ノウハウを武器に海外へ

2012年、ヨシノハードはインドネシアのカリマンタン（ボルネオ）島のバリクパパン市に敷地面積約600㎡、延べ床面積544㎡の工場を建設しました。カリマンタン島は、かつては「金の土地、ダイヤモンドの島」と呼ばれたこともあるほど、石油をはじめ、ダイヤモンドや金、鉄、そして石炭などの鉱物資源が豊富な島としても有名です。さらに絶滅危惧種のオランウータンやテナガザルも生息する貴重な島で、特にオランウータンの保護で知られるセメング野生生物保護センターは世界的にも有名です。

「ヨシノハード・インドネシア」は、鉱山発掘に使用される大型パワーショベル用の油圧シリンダーの部品再生に特化した工場です。カリマンタン島には、大規模な露天掘りの炭鉱があり、大型石炭掘削機の油圧シリンダー部分を補修する業者も多く存在しますが、最先端の研磨機やめっき設備、排水処理などの設備を有し、高い技術力を持つ同社は

他社と一線を画しています。同社では、2～5mものロッドピストンを、めっき剥離→キズ修正→めっき前バフ（柔軟性のある素材で金属表面をきれいにする加工法）→めっき→仕上げバフまでの一貫加工を行っています。ヨシノハード・インドネシアの設立から今年で5年目となりますが、新興国の経済発展や人材の育成にも貢献できるものと意欲を燃やしています。

■多種少量生産品のお手伝い

ヨシノハードは前述のように、高周波焼入れや浸炭焼入、浸炭窒化焼入などの熱処理加工メーカーとして、確固たる地位を築き上げてきました。高い技術力と豊富な経験をバックボーンに、マニュアルに基づくだけでなく、耐摩耗性・焼戻し軟化抵抗性を向上させる新浸炭窒化法や歯車の耐ピッチング性（耐摩耗性等）を改善する高濃度浸炭など、顧客からの要望に応じた最適な方法を提案してきました。

そして今夏、新たな市場開拓に着手しました。同社に限らず熱処理加工メーカーは、大



広大な露天鉱山の石炭発掘現場を訪れた今井社長（写真左）



5mを超えるロッドピストンの一貫加工が可能なヨシノハードインドネシア工場内の様子。

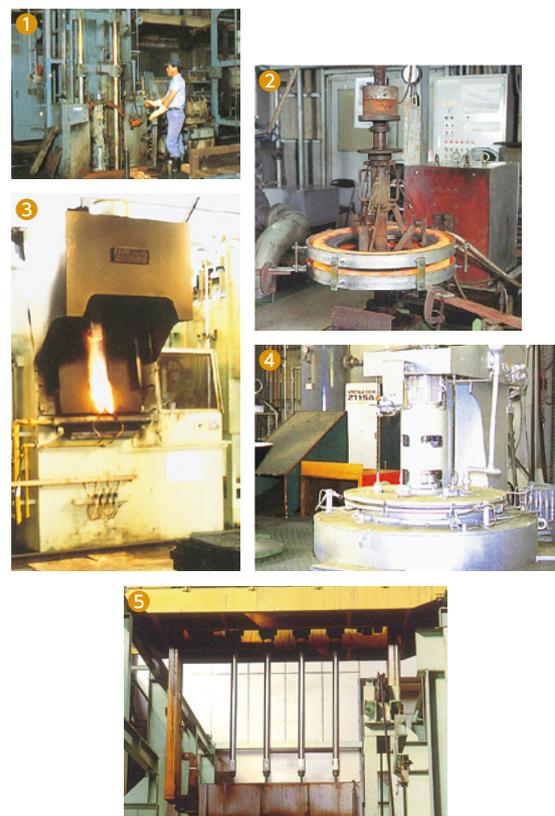
ヨシノハードの「多種少量」受注対応品

	主な材料記号	表面硬度	深さ (焼入れ・浸炭)	納期	
高周波焼入れ	S45C SCM440	HS65~80 HRC50~60	1.5mm以上	φ20~φ80 L600	お預かり ▼ 翌々日の午後
			2.0mm以上	φ50~φ180 L1800	
浸炭焼入	SCM420 相当	HV650~800 HRC58~62	0.5~1.0mm	お預かり ▶ 翌日	
			1.5mm以上	お預かり ▶▶ 翌々日	
浅い浸炭焼入れ	SPCC	HV650~750	0.2mm以下	※ソフトヒズミック処理もご相談ください	
窒化	S45C・FCD材	HV500以上	0.2mm以上	お預かり ▶ 翌日	

↓
JIS機械構造用鋼の表記記号構成



例) S45C…炭素鋼 (炭素含有量 0.42~0.48%)
 SCM420…クロムモリブデン鋼 (炭素含有量が0.18~0.23%)



主な熱処理・加工装置

- ① 長軸高周波焼入れ装置
- ② 3KC.600KWによる高周波焼入れ装置
- ③ 浸炭焼入装置
- ④ ガス軟窒化装置
- ⑤ 硬化クロムめっき装置

量に持ち込まれた同型部品を加工する「少種多量」の受注体制が一般的ですが、今後はこの「少種多量」と併せて、顧客からの要望が高いカムやシャフト、ギアなど、1個からでも対応する「多種少量」の受注を開始したのです。非効率とも思えるこの受注体制ですが、今井彰男社長は「多種少量」について、「炉の中には1個入れても数百個入れても同じこと。最初は1個の受注でも、地道にPRを続ければ炉は一杯になる」と語り、現場スタッフにも「1個からでも対応を！」と声をかけています。

熱処理とめっき加工が両方でき、品質も高く、しかも低コスト。熱処理歪を最大1/10まで抑えたソフトヒズミックなど、独自の技術を持つ熱処理加工メーカーのパイオニアが次に開拓する「多種少量」の受注体制は、数年後には同社の大きな柱となっているに違いありません。

企業概要

株式会社ヨシノハード

<http://www.yoshinodenka.com/yh/>

代表取締役：今井 彰男

創 立：1983年（昭和58）2月1日

事業内容：建設機械、自動車、産業機械、その他機械部品の

- 高周波焼入れ ●浸炭焼入
- 各種窒化処理 ●硬質クロムめっき
- RC事業 他

本社・工場：越谷市越ヶ谷2849番地

電話番号：048-963-2121

取引店：越谷支店

