最近の表面処理技術について

伊藤 武*

Recent Technology of Surface Treatments

Takeshi Ito

Synopsis

Many surface treatments are available that permit superficial hardening or special wear-resistant surface and other properties for certain applications.

This paper includes recent technology of surface treatments: Liquid Nitriding (PW Process: Prevents Wearing, PS Process: Prevents Wearing & Scuffing), Chemical Vapour Deposit (3-layer CVD), Plasma Powder Welding etc. for tool steels.

1. ま え が き

近年、加工技術の進歩は著しく、金型にたずさわっている立場でみると、塑性加工分野での技術革新はめざましく、塑性加工用金型に対する要求もますます多様化の傾向になってきている。

金型の寿命向上策の1つとして表面処理が注目され、近年多種多様なプロセスが開発実用化されている。

表面処理においても、金型材料の選択の適否、熱処理の良否と並んで、金型の使用条件に合った処理を選択することが重要である。

現在、金型に使用される表面処理を分類すると図1のごとくである。金型に適用される表面処理は大別できる。拡散浸透法（表面改質）と被覆法（表面被覆）に大別できる。拡散浸透法は母材の強度にプラスアルファの特性を付与し、機能向上をはかる考え方のものである。一方、被覆法は母材に影響され

図1 表面処理法の分類

1994年7月19日受付

*大同テクノメタル㈱

にくく、被覆材の特性によって機能向上をはかる考え方のものである。

本稿では、金型に適用される特異な表面処理技術の最近のトピックスを紹介する。

2. 液体窒化法

液体窒化法は古くて新しい技術といえるが、シアン酸を主成分とする基本塩から成る570℃以下の溶融ソルト中に被処理材を浸漬して、その表面に窒化物を生成、併せて拡散層が存在する処理法で、

1) 耐摩耗性向上 (大同テクノメタル：PW)

PW：Prevents Wearing

2) 耐焼付性向上 (大同テクノメタル：PS)

PS：Prevents Scoring & Scuffing

の2種類がある。双方とも独自に開発した塩浴剤(シアン酸アルカリを基剤として炭酸アルカリ、塩化アルカリ、その他の有効添加剤を調合)による窒化処理であり、従来の窒化処理に比して優れた窒化特性が得られている。特に、PS法はPW基剤に特殊添加剤(アルカリ金属塩化物およびアルカリ金属硫化物その他の特殊添加剤)を加えた効果で潤滑特性が付与され耐焼付性が向上している¹⁾。

PW、PSの特徴は、

- 1) 耐摩耗性、耐疲労性、耐食性が著しく向上する。
- 2) 短時間で深い硬化層を生成する。
- 3) 拡散層が深く、硬さ分布状態が良好で組織的にも断点がないため、使用中に剥離を生じにくい。
- 4) 処理温度が低温(PW 550℃以下、PS 570℃以下)のため熱間ダイス鋼、その他高温焼もどし鋼での変寸が少ない。
- 5) PS処理はさらに高い耐かじり性を有している。

などがあげられる。

図2に各種条件による代表鋼種についてPW処理品の断面硬さ分布を示す。

熱間・冷間ダイス鋼をはじめ、窒化困難といわれている炭素鋼にも硬化が認められている。耐摩耗性アップを目的に各種金型ならびに部品類に適用されている。

図3にSKD61のPS処理品のFarville試験結

図2 PW処理した各鋼種の硬さ分布

図3 SKD61のFarville試験結果

果を比較して示す。P S処理品は無処理、イオン窒化に比して焼付き特性が優れている。また、図4にP S処理品の断面硬さ分布を示す。最表面に軟質層が存在している。

表1、2にPW、P S処理金型の評価事例を示す。PW処理は比較的広範囲の鋼種、用途に適用され、P S処理は熱間作業用金型への適用が多い。無処理対比2～5倍、各種処理対比1.5倍の効果が認められている。

3. 化学蒸着法

化学蒸着法 (CVD: Chemical Vapour Deposition) は、900～1050℃で加熱密閉したレトルト内に被処理材をセットし、各種化合物をガス状態で供給し、化学反応により数ミクロンのTiC、TiCN、TiN、 Al_2O_3 などのセラミックをコーティングする方法である。この処理によって、耐摩耗性、耐焼付き性および耐食性の優れた被膜が生成され被処理品の寿命特性が飛躍的に向上する。

CVDについては、各種の特性を有する処理法があるが²⁾、大同テクノメタルの独自技術である“セラック処理”について紹介する³⁾。

セラック処理は、表面に超硬質化合物 (セラミック) の3層コーティング (TiC-TiCN-TiN) が施される。

その特徴は、

- 1) 反応温度が900～1050℃と高温であるた

図4 P S処理品の断面硬さ分布

め、コーティング層と基質表面との間で原子拡散が行われ、密着性が良い。

- 2) マスフローコントローラにより混合ガスのシビヤーコントロールができる。
- 3) TiC、TiCN、TiN、 Al_2O_3 などを単層、または複層コーティングができ、使用条件にマッチした層のコントロールが可能である。
- 4) 特に3層コーティング (TiC-TiCN-TiN) は、ユーザーから高い評価を得ている。
- 5) 真空熱処理技術の付加により変寸抑制を十分に管理できる。

などがあげられる。

写真1にセラック処理品の外観、表3にセラック処理金型の評価事例を示す。寿命の改善は、2～200倍にまで至っている。

4. 溶接肉盛法

溶接肉盛法は、古くから金型に適用されて来たが、大同特殊鋼㈱が全く新しい高エネルギータイプの粉末溶接法 (P PW: Plasma Powder Welding) を開発し、従来のアーク溶接法 (手盛、TIGなど) に比して寿命向上を実現している。

P PW法は、アルゴンシールガスを使用し、全自動溶接機により高エネルギーのプラズマアークで肉盛するため、高硬さの肉盛部と組織の微細化均一性がえられる。また、母材からの希釈が少ないことが特長である。粉末を溶材とし、現状ではステライト系が主流である。図5に肉盛部へのFeの移動状況を示す。また、表4にP PWを活用した金型の評価事例を示す。寿命改善は1.4～14倍になっている。

写真1 セラック処理品の外観

表1 PW処理品の適用事例

用途・品名	材 質	従来の表面処理と寿命	PW処理結果	備 考
冷間プレス シートメタル曲げ型	D C 53	未処理 24 000 S	50 000 S
冷間プレス シートメタル 打抜パンチ	D E X 20	未処理	従来の約 2 倍
冷間転造ダイ	D C 53	未処理&ガス軟窒化	未処理対比 1.69倍 ガス軟窒化対比 1.55倍
アルミ押し型	D H A 1 (S K D 61)	他社塩浴窒化	1.3倍
熱間バルブ鍛造用 ダイ	D H A 1 (S K D 61)	他社塩浴窒化 (570℃処理にて硬さ 低下)	550℃処理 内部硬さ保持
アルミホイール 成型ロール	D C 53	未処理	1.5倍 520℃処理 内部硬さ保持
ホブ、ブローチ、カ ッター	M H 57 (S K H 57)	他社塩浴窒化	同等 短時間 (10分) 処理
繊維加工用治具	F C 材	他社塩浴窒化	1.2 倍
装置部品 レール、ガイド	S 43 C S S 材	未処理 (イオン窒化で 硬さ向上せず)	5 倍

図5 PPW法の肉盛部へのFeの移動

表2 PS処理品の適用事例

用途・品名	材 質	従来の表面処理と寿命	PS処理の寿命	備 考
熱間押しプレス用 ダイ	DHA1 (SKD61)	イオン窒化 2500S	4000S
熱間鍛造用ダイ	DHA1 (SKD61)	イオン窒化 (20時間処理) 8000S	10時間処理 9000S
熱間鍛造用ダイ (ピニオンギヤ用)	DH73	浸硫処理 5800S	6200S
ハンマー (熱間) 据込ダイ	DH32	未処理 300S	6000S
熱間エヤー ハンマー型	DHA1 (SKD61)	イオン窒化 (45時間処理)	15時間処理 同等
熱間鍛造 ダイ	DH71	浸硫処理 20000S	28000S
熱間鍛造 パンチ	DH71	浸硫処理 29000S	33000S
熱間プレス 仕上げダイ	DHA1 (SKD61)	未処理	2倍	バリ打 込み不 良域
熱間プレス パンチ	ボーラー WMD	浸硫処理 (11000ヶ)	同等

表3 セラック処理品の評価事例

工具名	加工法	被加工材	工具材	現 状	3層セラック実績	評価
絞り型ダイ (ケースナット)	110 T プレス 順 送	SGAC-O 1.6 t	SKH51	コーティング無 1000 (含手直)	200 000 (連 続)	200倍
絞り型ダイ, パンチ (電気部品)	30 T プレス 絞 り 加 工	SPCE 0.5 t	SKD11	コーティング無 2000~3000 (含手直)	10 000以上 (連 続)	33~50倍
絞り型ダイ (自動車部品)	200 T プレス 絞 り 加 工	SPHC 2.0 t	SKD11	VC処理 x 25 000	100 000以上	4 倍
絞り型パンチ (電気部品)	500 T プレス 多 段 絞 り	SPCE 0.8 t	SKD11	TiC 単層 80 000	120 000	15 倍
トリミング ダイ (ボルト)	トリミング加工	SCr440	SKH51	TiC 単層 x 100 000	x 200 000	2 倍
シームロール (自動車部品)	ロール成形	SUS304 1.2 t, 1.5 t	SKD11 DC53	SKD11+TiC 単層 6 000	DC53+3層セラック 15 000	2.5倍

表4 P P W法金型の適用例

	工 具 名	成形法	被加工材	従 来	P P W	概 寸
事例 1	ピアスパンチ (ホットフォーマ)	熱間鍛造	S U J	S K D 61 (HRC 44) T I G 手盛 ステライト No. 21	D H A 1 (S K D 61) (HRC 44) P P W K C M 1 (#21)	φ58
				評 価	25 000 S 35 000 S	1.4倍
事例 2	ピアスダイ (ホットフォーマ)	熱間鍛造	S U J	S K D 61 (HRC 44) T I G 手盛 ステライト No. 21	D H A 1 (S K D 61) (HRC 44) P P W K C M 1 (#21)	φ58
				評 価	30 000 S 42 000 S	1.4倍
事例 3	トリムパンチ (堅形プレス)	熱間鍛造	S C R	S K D 61 (HRC 44) T I G 手盛 ステライト No. 21	D H A 1 (S K D 61) (HRC 44) P P W K C M 1 (#21)	φ10
				評 価	12 500 S 40 000 S	3.2倍
事例 4	成形ダイ (堅形プレス)	熱間鍛造	S C	S K D 62 (HRC 46) イオン窒化	D H A 1 (S K D 61) (HRC 46) P P W K C M 1 (#21)	φ160
				評 価	1 200 S 17 000 S	14.0倍
事例 5	ピアスパンチ (アプセッター)	熱間鍛造	S C	S K D 61 (HRC 44) 被覆アーク ステライト No. 21	D H A 1 (S K D 61) (HRC 44) P P W K C M 1 (#21)	φ50
				評 価	1 000 S 8 000 S	8.0倍
事例 6	アキシシャルロール (ローリングミル)	熱間鍛造	S U J S C M	S N C M 439 (HRC 40) 被覆アーク ステライト No. 6	D H A 1 (S K D 61) (HRC 40) P P W K C W 2 (#6)	φ190
				評 価	7 000 S 21 000 S	3.0倍

5. その他の表面処理

その他の最近注目されている技術として、窒化処理のなかで、真空窒化がある。この処理は、現時点では市場への浸透は十分といえないが、一部市場で注目され始めている。真空窒化法は、減圧

下で窒化促進ガス (NH₃ など) を加えた N₂ をベースとする特殊混合ガスにより低温雰囲気中で窒化を行うもので、各種金型に適用可能とのことである。詳細は引用文献に譲る^{4)~6)}。

また、化学蒸着法の単層処理が当初普及しており、多数の事例が紹介されている²⁾。

化学蒸着法に対比されて、物理蒸着法(PVD: Physical Vapour Deposition)は切削工具などの分野で広く活用されている。最近、TiN膜のみでなく、TiCN、CrNなどの処理技術が開発されると共に、PVD欠点といわれる膜の密着性の改善が進み、一部の金型への適用が進められている。詳細は引用文献に譲る²⁾。

6. ま と め

以上、最近の金型へ適用されている表面処理技術について概説した。

本稿においては、新しい概念にもとづいた技術を中心としたが、各種機能を有する処理法が多岐にわたっており、さらに有効な処理法が開発されるものと推定される。これらはすべてに有効とは

考えられず、金型ニーズとそれを有効発揮する表面処理との組合せ、すなわち機能分化の方向が予測できる。

本稿の執筆に当たり、大同特殊鋼(株)鋼材技術サービス部より資料の提供をいただきました。改めて感謝の意を表します。

(文 献)

- 1) 羽柴, 柴田: 金属プレス, **26**(1994)6, 56
- 2) 例えば 精密工学会編: 表面改質技術ドライプロセスとその応用(1988) [日刊工業]
- 3) 柴田: 金属プレス, **23**(1991)2, 59
- 4) 紀田: 金属プレス, **21**(1989)8, 18
- 5) 日原, 堀越: 型技術, **5**(1990)8, 150
- 6) 江夏: 金属プレス, **26**(1994)6, 16