

〔事例 5〕

金型長寿命化対策としての
表面処理膜「ZERO-I」コーティング

清水電設工業(株) 藤井 清利*

当社ではかねてより冷間、温間鍛造金型用表面処理膜として PVD (Physical Vapor Deposition) 法によるコーティング皮膜「ZERO-I (ゼロワン)」を上市してきた。高硬度、高耐熱性そして潤滑性を併せ持った優れた耐摩耗性で金型の長寿命化に適した表面処理膜としてユーザー評価を得ている。ZERO-I コーティングは、当社独自の皮膜構成金属元素の最適化と PVD 法による膜構造制御技術によって高硬度、高耐熱そして高密着力を実現した。特にこの膜構造制御技術により厚膜化を可能にし、金型の長寿命化に貢献している。

本稿では、金型への ZERO-I コーティング適用事例とともに、コーティング皮膜の効果を高める下地処理について紹介する。また、下地処理の一つである窒化処理に関して、本年より当社独自のプラズマ作製技術によって完成した「連続チャンバー式窒化装置」を紹介し、ZERO-I 皮膜との複合事例についても説明する。

ZERO-I コーティングの特徴

PVD 法の中でアークイオンプレーティングにより

*Kiyotoshi Fujii : 開発室 室長 工学博士
〒660-0822 兵庫県尼崎市杭瀬南新町 1-12-6
TEL (06) 6488-1501

表 ZERO-I 皮膜の特徴

| | |
|------|----------|
| 外 観 | 灰 色 |
| 硬 さ | 3,500 HV |
| 耐熱温度 | 1,000℃ |
| 摩擦係数 | 0.6 |
| 膜 厚 | >4 μm |

成膜された ZERO-I コーティング皮膜の特徴を表に示す。当皮膜は、(Ti, Al) N 系皮膜であり多元素窒化物で構成されている。高硬度化することで局所的な弾性変形を防ぐことができる。Ti, Al 元素を主成分とすることで高耐熱性を示し、冷間鍛造での摩擦熱による酸化や温間鍛造にも対応できる。Ti と Al を併用することで酸化雰囲気さらされたときに最初に Al が酸化皮膜を形成し、Ti の酸化バリア層になると考える。当社ではさらに金属元素を添加して多元素系皮膜として性能を向上させている。このように、当皮膜の特徴は高硬度、高耐熱であり、かつ厚膜である。一般には皮膜が高硬度になるにつれて厚膜化が困難であり、特に蒸着時の膜の内部応力の大きさからクラックや膜剥離が発生しやすく、膜の厚みに制限があった。しかし当皮膜は、4 μm 以上の厚みを蒸着しても高密着である。これは成膜時の膜構造を制御することで内部応力を緩和しているためである。

成膜時の膜構造の制御法としては、膜組織を連続的に変化させ、いわゆる「傾斜膜」とする方法や、連続的でなく段階的に複数層として傾斜的に配分する「多層化膜」が用いられていることが多いが、当社は独自の手法を用いて膜構造を制御することにより膜の内部応力の緩和を行っている。As-depo での ZERO-I 皮膜断面の SEM 写真を図1に示す。この応力緩和によって高密着と厚膜化を両立させることで長寿命化に貢献していると考えられる。

図2に ZERO-I コーティングを施した金型例を示す。このように高硬度、厚膜の当皮膜コーティングの性能を発揮するためには金型母材として、ダイス鋼以上の