

新材料・新素材シリーズ

# DLCの基礎と応用展開

Fundamentals and Applications of DLC Films

監修：大竹尚登

Supervisor : Naoto Ohtake

HIGH TECHNOLOGY  
INFORMATION

シーエムシー出版

## 9 WPC処理によるAl合金部材へのDLCコーティング

熊谷正夫\*

### 9.1 はじめに

アルミニウム合金は、軽量かつ比強度の大きい材料であり、耐食性、加工性やリサイクル性も良好である。現在では、環境負荷低減のため、航空機や自動車をはじめとした輸送機器への使用が拡大してきている。しかし、そうした優れた特性に係らず、鉄鋼材料と比較して硬度、耐摩耗性や疲労強度（限度）などの機械的特性に課題がある。とりわけ、アルミニウム合金をしゅう動部材に使用する場合、耐摩耗性や凝着しやすさなどの改善が必須となっている。

材料の耐摩耗性や凝着性の向上には、材料表面に改質層を生成する、硬質膜の被覆を施すなどの表面改質が行われている。アルミニウム合金の場合、実用的に行われている表面改質ではアルマイト処理などの化成処理がほとんどであり、しゅう動特性の向上には限界がある。

現在、しゅう動用硬質薄膜としてダイヤモンドライクカーボン（DLC）の使用が拡大しているが、アルミニウム合金に対しては、表面に強固な酸化膜が生成し除去が難しい事、炭素（C）とアルミニウム（Al）の間に反応性が無い事、DLC膜とアルミニウム合金との間に硬度差が大きく、負荷による下地変形にDLC膜が追従できないなど、密着性に関する課題が多く存在する。

本稿では、アルミニウム合金のそれらの課題を解決する方法として、WPC処理によるアルミニウム合金の表面改質とDLC膜の密着性の向上について示す。また、具体的な応用としてDLC被覆アルミニウム合金製ピストンの開発について紹介する。

### 9.2 WPC処理について

#### 9.2.1 WPC処理とは

WPC処理は微粒子衝突法、微粒子ピーニングなどともいわれ、ショット・ピーニングの一種である。WPC処理とショット・ピーニングとの違いは、投射材の粒径と投射速度にあり、ショット・ピーニングでは、0.3mm以上の粒子が用いられ、投射速度も数10m/sec.~100mm/sec.程度であるが、WPC処理では、数10 $\mu$ m以下の微細粒子を数100m/sec.程度の高速で投射する。WPC処理では、高速の微粒子を投射することにより、材料表面あるいは投射粒子に大きな塑性変形をもたらす。表面層や投射粒子への大きな塑性変形は、基材表面に様々な特性の付与が可能となる。

WPC処理による特性の付与は、投射粒子と被投射材の硬度や延性などの機械的特性に依存する。鉄鋼材料など比較的硬い材料に対し、硬質粒子（ハイス鋼など）を投射する場合、塑性変形による表面の金属組織のナノ結晶化や微結晶化が起きる<sup>1,2)</sup>、また、変形により導入される転位や歪は表層に大きな残留応力や硬度の上昇をもたらす。その結果、材料の耐摩耗性や疲労強度は向上する。また、軟質材料（アルミニウム合金や銅合金など）に延性材料を投射すると表面に投

\* Masao Kumagai (株)不二WPC 技術部 取締役技術部長