

論文審査の結果の要旨および担当者

| | |
|------|---------------|
| 報告番号 | ※ 甲 第 12300 号 |
|------|---------------|

氏 名 李 翔

論 文 題 目

Effect of applied load, sliding distance, mating materials and nano-particles on tribological properties of diamond-like carbon coatings in the base oil lubrication condition
(DLC膜の油中摩擦摩耗特性に及ぼす荷重、すべり距離、相手材料及び異物粒子の影響)

論文審査担当者

| | | | |
|----|-------|-----|--------|
| 主査 | 名古屋大学 | 教授 | 梅原 徳次 |
| 委員 | 名古屋大学 | 教授 | 巨 陽 |
| 委員 | 名古屋大学 | 准教授 | 張 賀東 |
| 委員 | 名古屋大学 | 准教授 | 野老山 貴行 |

論文審査の結果の要旨

李翔君提出の論文「Effect of applied load, sliding distance, mating materials and nano-particles on tribological properties of diamond-like carbon coatings in the base oil lubrication condition (DLC膜の油中摩擦摩耗特性に及ぼす荷重、すべり距離、相手材料及び異物粒子の影響)」は、自動車のエンジン軸受へのダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜の応用を目標として、潤滑油中高面圧下におけるDLC膜の耐焼付き性に大きな影響を及ぼす荷重、すべり距離、相手面材料及び介在粒子の摩擦摩耗特性に及ぼす影響を明らかにした。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、自動車エンジン軸受にDLC膜を適用した場合の可能性を説明し、DLC膜の摩擦摩耗に関する従来の研究をまとめ、水素非含有DLC(ta-C)膜と水素含有DLC(a-C:H)膜の潤滑油中高面圧下における荷重、すべり距離、相手面材料及び介在粒子の摩擦摩耗特性に及ぼす影響が未解明であることを述べている。

第2章では、ta-C膜とa-C:H膜において、ベース油中で炭素鋼に対する摩擦摩耗特性に及ぼす荷重とすべり距離の影響を明らかにした。その結果、低荷重下では、ta-Cの方が、a-C:Hに比べて著しく小さな比摩耗量を示すが、ある荷重以上でta-Cの比摩耗量がa-C:Hに比べて著しく大きくなり、ta-Cの摩耗は荷重依存性が強いことを明らかにした。また、両DLC膜において比摩耗量のすべり距離依存性を明らかにしている。これらは、摩擦条件に依存してDLCを選定する事の重要性を示した重要な知見である。

第3章では、ta-C膜とa-C:H膜のベース油中での摩擦における相手面材料の影響を明らかにするために、相手面材料として、炭素鋼、クロムメッキ、ニッケルメッキを用いて摩擦摩耗特性を明らかにしている。その結果、ta-C膜においては、相手面材料が硬質で表面粗さが大きいほどta-C膜の比摩耗量が増加することが示され、一方、a-C:H膜では、比摩耗量は相手面材料の硬さや表面粗さに依存せず、ラマン分光分析により相手面材料により摩擦によるa-C:H表面のグラファイト化を生じやすい相手材料ほど、a-C:H膜が摩耗することを明らかにした。この結果は、DLC膜の種類により、相手面材料の選定指針を変えなければいけないことを示した重要な知見である。

第4章では、エンジン軸受にDLC膜を応用した際に問題となる介在粒子の影響を明らかにしている。硬質な介在粒子の場合は両DLC膜において摩擦摩耗ともに増加するが、軟質な酸化ジルコニウム粒子を介在させた場合は、潤滑油中の摩擦においても表面に粒子に基づく特別なトライボフィルムが形成し、比摩耗量を著しく減少させることを明らかにしている。この結果は、異物により低摩擦が発現できることを明らかにしており工業上重要である。

第5章では、本研究の結論を与えている。

以上のように、本論文では、DLC膜のエンジン軸受での使用を目標とし、耐焼付き性に大きな影響を及ぼす荷重、すべり距離、相手面材料及び介在粒子の摩擦摩耗特性に及ぼす影響を明らかにしている。その結果、a-C:H膜が比摩耗量において荷重依存性とすべり距離依存性がなく設計しやすい材料であることを明らかにした。また、ta-C膜とa-C:H膜の両DLC膜において相手面材料によりそれらの比摩耗量が大きく依存することを明らかにし、それらの摩耗メカニズムの考察から、DLC膜の耐摩耗性を向上させる相手面材料の選定基準を提案した。さらに、摩擦面における介在粒子の影響を明らかにし、軟質な介在粒子であれば摩耗低減に結びつくことを明らかにした。得られた結果は、DLC膜の耐摩耗性と耐焼付き性が必要な自動車エンジン軸受へのDLC膜応用のために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である李翔君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。