

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 乙	第 7095 号
------	-----	----------

氏 名 馬 淵 豊

論 文 題 目

水素非含有ダイヤモンドライクカーボン膜の油中摩擦摩耗特性

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	武藤 俊介
委員	名古屋工業大学	教授	中村 隆
委員	名古屋大学	准教授	上坂 裕之

論文審査の結果の要旨

馬淵豊君提出の論文「水素非含有ダイヤモンドライクカーボン膜の油中摩擦摩耗特性」は、自動車用エンジン部品の機械損失を大幅に低減するために、摩擦特性に優れたダイヤモンドライクカーボン膜、特に油中の摩擦低減に著しい効果を示す水素非含有 DLC 膜の実用化に向けて、エンジン油中における DLC 膜の摩擦低減に有効な因子の抽出、DLC 膜の摩耗に及ぼす因子の抽出と摩耗機構の検討及びエンジン部品の使用される高面圧下において生じた膜の剥離を伴うアブレシブ摩耗の発生機構の解明と抑制指針を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第 1 章では、自動車の省エネルギー化と低摩擦化の技術課題について整理し、その解決手段として着目した DLC 膜及びその研究動向についてまとめている。第 2 章では、油中の摩擦試験にて低摩擦係数を示した水素非含有 DLC 膜を基に、膜内の水素量とエンジン油中の添加剤である油性剤との関係を明らかにしている。更に水素非含有 DLC 膜を成膜したバルブリフターを用いたエンジン試験を行い、エンジンでの摩擦低減効果を明らかにしている。これらは水素非含有 DLC 膜の自動車エンジン部品への適用の有用性及び可能性を示す重要な知見である。第 3 章では、油中で大幅な摩擦低減効果を示した水素非含有 DLC 膜を基に、更なる摩擦低減の指針を得るために、DLC 膜の表面の濡れ性向上に有効とされる窒素、および膜の構造の指標である sp^3 結合比の摩擦特性に及ぼす影響を明らかにしている。その結果、窒素を含むことによる DLC 膜の構造変化や窒素との結合状態、DLC 膜中の炭素の対電子との相関から、油中での摩擦低減機構が提案され、摩擦低減の指針としてまとめている。これは油中で低摩擦を発現する DLC 膜の開発のための重要な知見である。第 4 章では、水素非含有 DLC 膜の硬さと、製法の違いによる表面性状の差としてドロップレットに着目し、それぞれが摩耗特性に及ぼす影響を明らかにしている。その結果、油中における DLC 膜の比摩耗量は、硬さに反比例して減少する傾向にはあるが、ドロップレットを含む膜では、硬くても比摩耗量が大きくなることを示している。これらは、油中で耐摩耗性を向上させる DLC 膜開発のための重要な知見である。第 5 章では、エンジン環境下で摩耗加速要因の一つであるすすに着目し、その代用としてカーボンブラックを用いた摩耗評価を行い、DLC 膜の摩耗に及ぼす影響を明らかにしている。最小油膜厚さとカーボンブラックの 2 次粒子径、添加剤 ZnDTP による反応被膜、DLC 膜の相手材への移着の有無、DLC 膜の構造変化から解析を行い、カーボンブラックを含有する油中における DLC 膜の摩耗機構として、すすの摺動部前端での堆積による潤滑油の枯渇に加え、すすのアブレシブ摩耗が発現することが示されている。これは、DLC 膜のエンジン部品としての実用化のための重要な知見である。第 6 章では、イオンプレーティング法による水素非含有 DLC 膜を高面圧下で摺動するエンジンバルブリフターに適用した際に生じた筋状のアブレシブ摩耗の発生機構の解析を行っている。その原因として高面圧下のドロップレットの巻き込みによる膜の割れが重要であることを明らかにし、膜の割れの生じない範囲を明確にしたうえで、最終的にエンジン耐久試験にて選定した仕様の有効性を検証している。これは、DLC 膜を高面圧下で摺動する部品に適用する際の重要な知見である。第 7 章では、本研究の結論を与え、今後の更なる低摩擦化に向けた炭素材料の展望についてまとめている。

以上のように本論文では自動車用エンジン部品の機械損失の大幅低減のために、水素非含有 DLC 膜の摩擦摩耗低減に有効な因子の抽出と、低摩擦・耐摩耗実現のための設計指針の提案を行っている。得られた結果は、自動車エンジン部品の効率化と長寿命化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馬淵豊君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。