

アルマイト / DLC 二層構造による耐摩耗性向上と製品実例

Wear resistance improvement by two layers of anodizing / DLC structure and a product example.

日本アイ・ティ・エフ(株) (非) *田中 祥和 日本アイ・ティ・エフ(株) (正) 三宅 浩二

Yoshikazu Tanaka, Koji Miyake

NIPPON ITC, INC

1. はじめに

昨今、部品軽量化に伴い部品材質をアルミなどの軽金属へ移行することが多くみられるようになった。またオイルや燃料などの変化により、潤滑環境も変化しており、アルミなどの軽金属の耐摩耗性向上の要求が増加している¹⁾⁻³⁾。その一つとして、燃料ポンプ部品があげられる。

化石燃料の枯渇懸念や燃料価格が高騰している昨今、燃料削減に向けハイブリットや EV が注目されているが、アルコール燃料の普及も世界的に拡大している。アルコール燃料に用いられるアルコール濃度も様々であり、その濃度変化に対応できる機能部品が必要不可欠となる。その機能部品の中で燃料ポンプは特に耐アルコール性の機能が要求される⁴⁾。燃料ポンプの構造を Fig.1 に示す。燃料ポンプは 2 つの部品で構成されており、1 つはモーターを含む動力部、もう 1 つはインペラの回転で燃料を送るポンプ部である。ポンプ部は、ハウジングポンプ (HP), カバーポンプ (CP) はアルミダイカスト、インペラは PPS で構成されている。

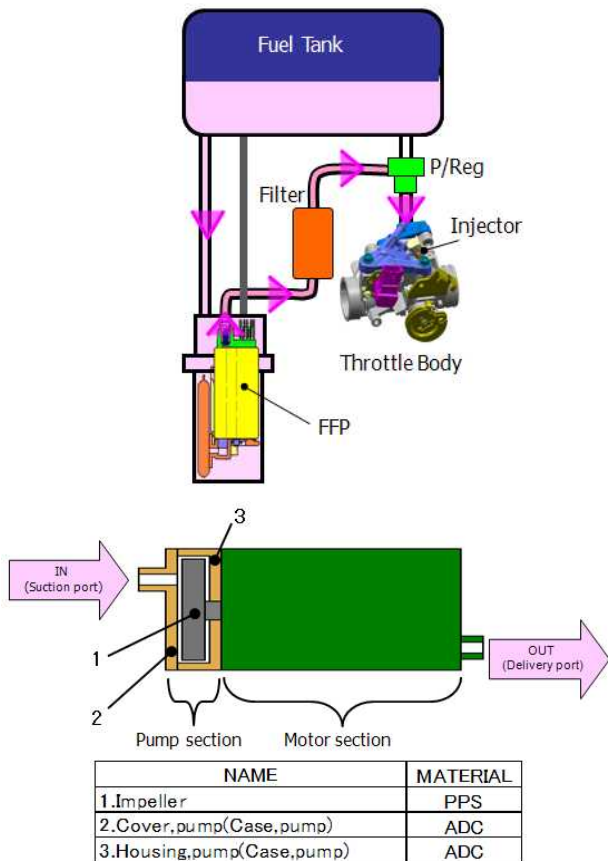


Fig.1 FFP component configuration.

アルコール燃料を使用する場合 3 つの問題がある。1. ガソリンよりエネルギー密度が低く、より多くの燃料のデリバリーが必要。2. 親和性が高く燃料中のダストが微細化し、燃料ポンプ内部に侵入するダストによる摩耗の抑制。3. 吸水性が高い為、金属部分の錆及び電飾防止。部品の軽量化のため燃料ポンプ部品の材質にはアルミダイカストを用いた。また錆及び電飾と耐摩耗性の対策としてアルミダイカスト部品をアルマイトで被覆した。しかし、ポンプ内部に侵入するダストによりアルマイトが摩耗し燃料吐出量が低下した。アルマイトのみでは問題解決に至らなかったため、アルマイト / DLC 二層構造による耐摩耗性向上の検討を実施した。

2. 実験

2.1 摺動試験

実験は回転摺動試験とし、試験機にはボールオンディスクの RESKA フリクションプレーヤーを用いた。ディスク ($\phi 31$, $t3$) には A5056 (アルミ), アルミにアルマイト被覆 (アルマイト), アルマイトに DLC 被覆 (DLC) を準備した。ポンプ部品の使用環境を想定し、エタノール雰囲気とした。ただしダスト流動の再現が困難なため、ボール材質に SUJ2 ($\phi 5$) を用いて、ディスクの摩耗量を比較することとした。摺動条件は荷重: 300g, 回転半径: 5mm 回転速度: 60rpm, 試験時間: 9 時間に設定した。試験時のセット状態及び試験条件を Fig.2 に示す。

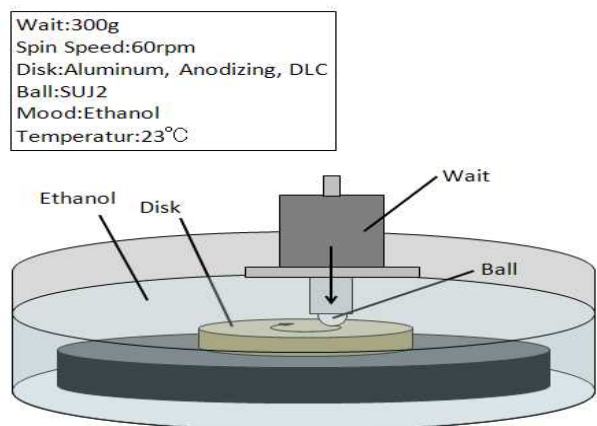


Fig.2 Friction tester configuration and test conditions.

2.2 耐久試験

Fig.3 に示すテスト装置にてダストを含むアルコール燃料雰囲気下で燃料ポンプを動作させ 500 時間の耐久試験を行った。ポンプ部品の HP と CP の摩耗量を DLC の被覆有無で比較した。

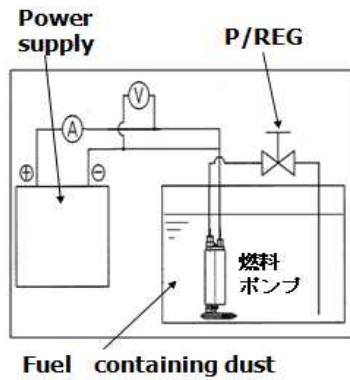


Fig.3 Structural Durability Tester.

3. 結果

3.1 摺動試験

エタノール雰囲気中で 9 時間の摺動試験を行った結果、ディスクの摩耗量はアルミ：28 μm ，アルマイト：1.2 μm ，DLC：0 μm であった (Fig.4)。試験後のディスクの摺動面の写真を Fig.5 に示す。

3.2 耐久試験

耐久試験による各部品の摩耗量および燃料吐出量を確認した結果、DLC を被膜していない状態では摩耗量が HP：2 μm ，CP：16 μm ，インペラ：2 μm となり、燃料吐出量は時間経過で減少し、500 時間で吐出しなくなった。Fig.6 に耐久試験における燃料吐出量と CP の摩耗量を示す。DLC を被覆した状態では摩耗量が HP：摩耗無し，CP：摩耗無し，インペラ：4 μm となり、燃料吐出量は 500 時間経過後も変化せず初期の流量を保持した。Fig.7 に耐久試験における DLC の被覆有無での燃料吐出量を示す。

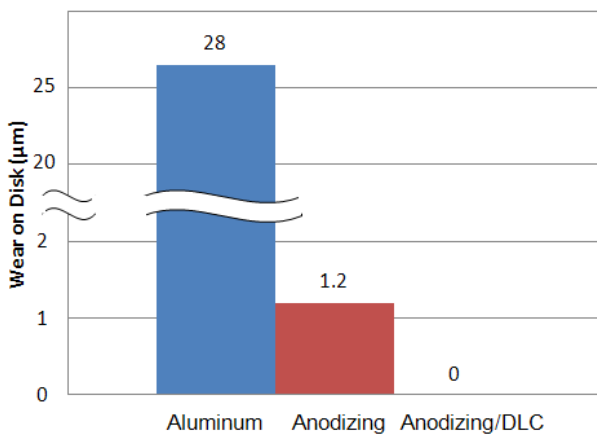


Fig.4 Sliding test at ethanol, wear on disks.

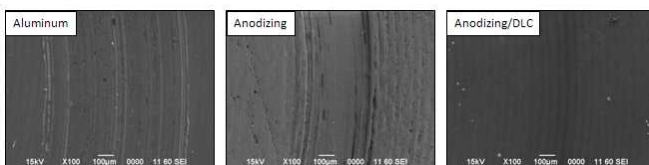


Fig.5 Sliding surface of disks after the test.

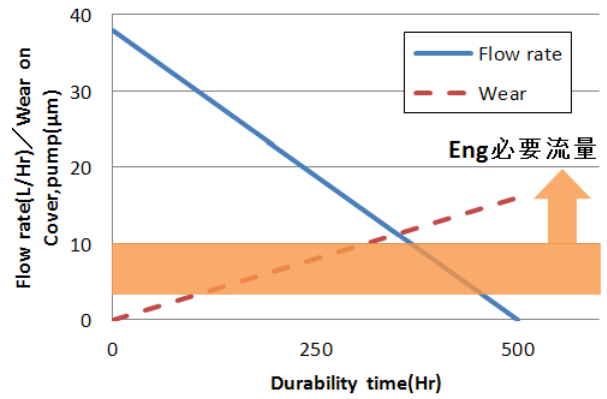


Fig.6 Durability test of 500 hours, the fuel discharge amount and the amount of anodizing coated cover case wear.

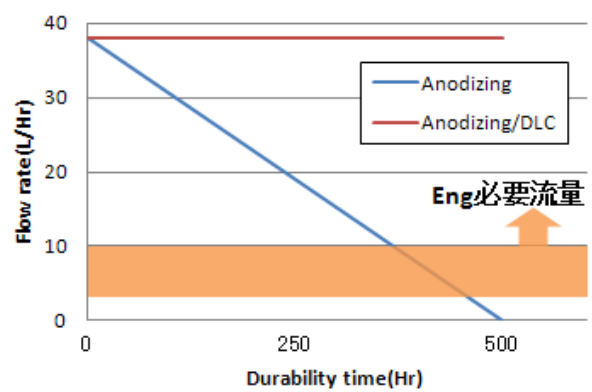


Fig.7 Durability test of 500 hours, the fuel discharge amount of anodizing, anodizing/DLC.

4. まとめ

摺動試験の結果より、アルマイト/DLC 二層構造にすることで、アルマイト単層よりも耐摩耗性の向上が確認された。耐久試験においてもアルマイト単層よりもアルマイト/DLC 二層構造で、耐摩耗性と燃料吐出量の大幅な改善が確認された。耐摩耗性が改善された要因としては、アルマイトと DLC の硬度の違いと DLC の低摩擦性が寄与したものと考えられる。アルマイト/DLC 二層構造の効果によりポンプ部品で問題となっていた部品の摩耗による燃料吐出量の低下を抑制することが可能となった。

文献

- 1) 加納眞：トライボロジスト, 52 巻 3 号(2007) p186
- 2) 加納眞：表面技術, Vol.58, No.10(2007) p578
- 3) 加納眞：トライボロジー会議予稿集 (名古屋 2008-9) p201
- 4) T. Uehara, et.al: Improvement of Wear Resistance of Fuel Pump for High Alcohol Content Fuel, Small Engine Technology Conference & Exposition, September 2010, Linz, ASTRI