

폴리머 코팅된 피스톤 스커트부의 내마모성과 자기장처리의 상관관계

심연근, 김윤기, 임진구*, 신광덕**

최근 자동차업계는 고유가 시대와 늘어나는 각종 환경규제에 적절히 대응하기 위해서 환경 친화적이고 연비가 높은 자동차를 개발하기 위해 노력을 하고 있다. 현재 진행되고있는 자동차의 연비향상은 주로 소재경량화를 통하여 활발히 이루어지고 있다. 특히 경량화의 핵심인 엔진 경량화의 경우는 알루미늄 소재를 중심으로 엔진 실린더 헤드, 실린더 블록, 피스톤 등을 경량화하여 상당한 연비 향상 효과를 얻었다. 그러나 엔진 연소실의 실린더 블록과 피스톤이 접촉하는 보어면의 경우, 알루미늄 소재 특성상 내마모성이 취약하기 때문에 주철 라이너를 알루미늄 엔진 제작 시 실린더 블록에 삽입 또는 압입하여 사용하거나, 내마모성을 보완한 과공정 실리콘-알루미늄 합금으로 제작된 라이너를 적용하거나 엔진 실린더 블록 자체를 이러한 알루미늄-실리콘 과공정 합금으로 제작하여 사용하고 있다. 엔진 실린더 블록 및 라이너 개발에 따라서 상대재인 피스톤에도 다양한 표면처리 공정이 적용되고 있다. 특히 고 내마모 특성을 갖는 과공정 실리콘-알루미늄 라이너를 사용하는 엔진의 경우 피스톤 표면 처리는 기존 주철 라이너에 적용시에 피스톤이 요구하던 윤활특성 이외에 고 내마모성을 가져야 한다. 따라서 현재 이와 같은 사양을 요구하는 피스톤에는 iron plating 처리된 피스톤을 사용하고 있다. 그러나 이 기술은 기존의 피스톤 처리 공정에 비해 표면처리 단가가 매우 높고 공정이 까다롭기 때문에 이 기술을 대체할 새로운 코팅 기술의 개발이 필요한 실정이다. 복합 폴리머 코팅은 내열성이 있는 polyimide, polyamide, polyamideimide와 같은 폴리머에 graphite, MoS₂, Boron nitride 와 같은 고체윤활제, 그리고 copper, nickel, stainless-steel, chromium, vanadium 와 같은 abrasible material 등으로 구성되어 있다. 내마모성 향상을 위해 첨가된 abrasible material은 나무 입사귀 모양의 flake-type으로 aspect ratio가 2-10정도이며 크기는 5-15 μ m정도이다. 일반적으로 이와 같은 복합 폴리머 코팅을 피스톤 스커트부에 적용하는 방법은 스크린 프린팅방법이나, 스프레이 방법을 이용하여 표면에 코팅 처리한 후 고온 건조로에서 경화하는 방법이 이용되고 있다. 그러나, 이와 같은 스크린 프린팅 방법이나 스프레이 방법을 이용할 경우 코팅액 내에 분포하는 abrasible material들이 방향성 없이 분포하게되어 일정한 두께를 균일하게 제어가 용이하지 않을뿐더러 이러한 경향성이 피스톤과 실린더가 마모 운동시 코팅막을 파괴하게되는 문제를 유발하게되어 본래의 복합폴리머 코팅이 갖는 우수한 성능을 발휘하는데 제약이 따라왔다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위하여 복합폴리머코팅후에 솔레노이드를 이용한 자기장처리를 통하여 코팅막의 abrasible material들에게 방향성을 준 결과 코팅막이 자기장처리전에 비해서 균일하게 형성되었고, 마모시험결과 30%이상의 내마모성이 향상되었다.

저자: 고등기술연구원 플라즈마기술센터 ykshim@iae.re.kr

* (주) 대우자동차

** (주) 동양피스톤