

크롬-카바이드계 용사피막의 마모특성 연구

(A Study on the Wear Properties of the Sprayed Coating Layer of Cr-C System)

한 명 섭*, 김 대 영
현대중공업(주) 산업기술연구소

1. 서 론

최근 선박용 디젤엔진은 고출력화, 고효율화 등이 요구되어 엔진의 각 부품은 종래보다 더욱 높은 열적 및 기계적 특성이 요구된다. 특히 선박용 피스톤 링과 실린더 라이너의 재질은 주로 주철을 사용하기 때문에 엔진의 출력을 높이면 심한 마모가 발생하여 수명이 단축된다. 또한 엔진의 성능 향상은 부품의 극심한 마모 현상을 발생시키며, 이러한 가혹한 사용조건 하에서도 부품이 본래의 성능을 유지할 수 있는 높은 내구성과 신뢰성이 요구된다. 따라서 내구성 및 신뢰성 향상과 부품의 수명 연장을 위해 부품의 표면에 내마모성, 내소착성 및 내열성 등의 물성을 향상시킬 수 있는 표면처리가 필요하다.

피스톤 링과 실린더 라이너의 표면처리 방법으로 종래에는 마모저항성이 높은 경질 Cr도금이 널리 이용되었으나, 최근 내마모성, 내열성을 가지는 세멧트 재료를 이용하여 용사공정으로 코팅층을 형성하여 부품 표면기능을 향상시켜 우수한 특성을 가지는 피스톤 링과 실린더 라이너를 개발하고 있다^{1,2)}.

따라서 본 연구에서는 내마모성, 내소착성, 내열성이 우수한 크롬카바이드계에 몰리브덴을 혼합한 서멧트를 이용하여 분말 혼합비와 분말제조 상태에 따른 용사피막의 상대마모 특성을 평가하여 선박용 피스톤 링과 실린더 라이너의 마모, 마찰 부위에 용사법을 적용하여 용사피막의 마모특성을 평가함으로써 피스톤 링, 실린더 라이너의 제작공정에 용사법의 적용기술을 확립하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에 모재로는 피스톤 링과 실린더 라이너의 재질인 cast iron을 사용하여 평판형태 피막관찰시편(20×30×10tmm)과 환봉형태 접합강도시편(∅25.4×25.4) 및 마모시편(∅10×20mm)을 가공하고, 각 시편 표면을 먼저 알루미나 grit를 사용하여 모재 표면을 blasting을 실시한 후, 초음파 세척하여 용사시편으로 준비하였다. Cr₃C₂와 NiCr의 조성비가 다른 3종류의 용사분말에 30.5wt% Mo분말을 혼합하여 용사분말로 사용하였으며, 용사피막의 형성은 METCO 9MB 용사장비를 사용하여 형성시켰다.

먼저 각 용사분말에 대한 최적의 용사조건을 선정하기 위해 분말송급량을 고정하고 용사거리를 변화시켜 용사피막을 형성시키고 이에 대한 물성 평가를 실시하여 최적의 코팅조건을 선정하였다. 조성이 다른 3종류의 분말을 동일한 최적의 용사 조건으로 접합강도 및 마모시편에 균일하게 용사피막을 제조하였다.

각 시편에 대한 내마모 시험은 간략하게 자체 제작한 Pin-on Disk 형태의 마모 시험기를 이용하여 5kg 하중에서 2m/s의 마모속도로 실린더 라이너재의 disc와의 상대 마모시험을 실시하여 마모거리에 따른 마모 특성을 평가하였으며, 각 시편에 대한 미세조직은 광학현미경 및 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 분석하였다.

3. 연구결과 및 고찰

Fig.1은 최적의 용사조건을 선정하기 위해 분말송급량을 고정시키고 용사거리에 변화에 따른 미세조직을 관찰한 결과를 나타낸 것이다. 용사거리가 70mm인 경우 splat과 splat사이의 적층상태가 매우 불량하였고, splat내에 존재하는 수직한 미세균열이 많이 관찰되었으며, 모재와 용사피막 사이의 접합상태가 불량하여 박리가 발생된 부분이 많이 존재하였다. 용사거리가 90mm 및 110mm인 경우에 splat의 적층상태는 양호하였고, splat내의 미세균열은 존재하지 않았으나, 모재와 용사피막과의 접합상태는 용사거리가 110mm인 경우가 90mm인 경우보다 약간 불량한 상태를 나타내었으나, 70mm보다는 접합상태가 매우 양호하였다.

Fig.2는 75wt%Cr₃C₂-25wt%NiCr + Mo 혼합분말로 용사거리 변화에 따른 용사피막의 경도 변화를 나타낸 것으로써 용사거리가 70mm인 경우에는 내부에 적층상태 불량과 미세균열 때문에 낮은 경도값을 나타내었으나, 용사거리가 90, 110mm인 경우에는 용사피막의 적층상태가 양호하여 우수한 경도값을 나타내었다. 특히 경도값이 110mm보다는 90mm인 용사피막의 다소 높은 것은 용사거리 90mm인 용사피막이 110mm인 용사피막보다 치밀한 용사피막을 형성하고 있기 때문이다.

화학조성이 다른 혼합 용사분말을 마모시편에 용사하여 마모시험을 실시한 결과 코팅을 하지 않은 시편보다 용사피막을 형성한 시편이 우수한 내마모성을 나타내었으며, 상대 마모재로 사용한 disc의 마모상태는 큰 차이를 관찰할 수 없었다.

4. 결 론

피스톤 링과 실린더 라이너의 재질인 cast iron 시편에 Cr₃C₂+NiCr+Mo 혼합분말 용사피막시편과 cast iron 그대로의 표면에 대한 상대마모 특성 평가를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 일정 분말송급량으로 용사피막을 형성시킬 경우 최적의 용사거리는 90mm로서 미세조직 및 접합상태가 양호하였으며, 우수한 경도값을 가진다.
2. 상대마모특성 평가 결과 용사피막이 없는 cast iron 시편보다 용사피막이 있는 시편이 우수한 마모특성을 가진다.

5. 참고문헌

1. Koichi TAGIRI ; "Mo-based thermal spray coatings for piston ring application", 高濶學會誌, Vol.18, supplement, 328-335 (1992).
2. Masaki Tanaka;"Ceramic-metal composite coated piston ring and cylinder liner of marine low speed diesel engine", 日本船用機關學會誌, Vol.27, No.3, 238-247(1992).

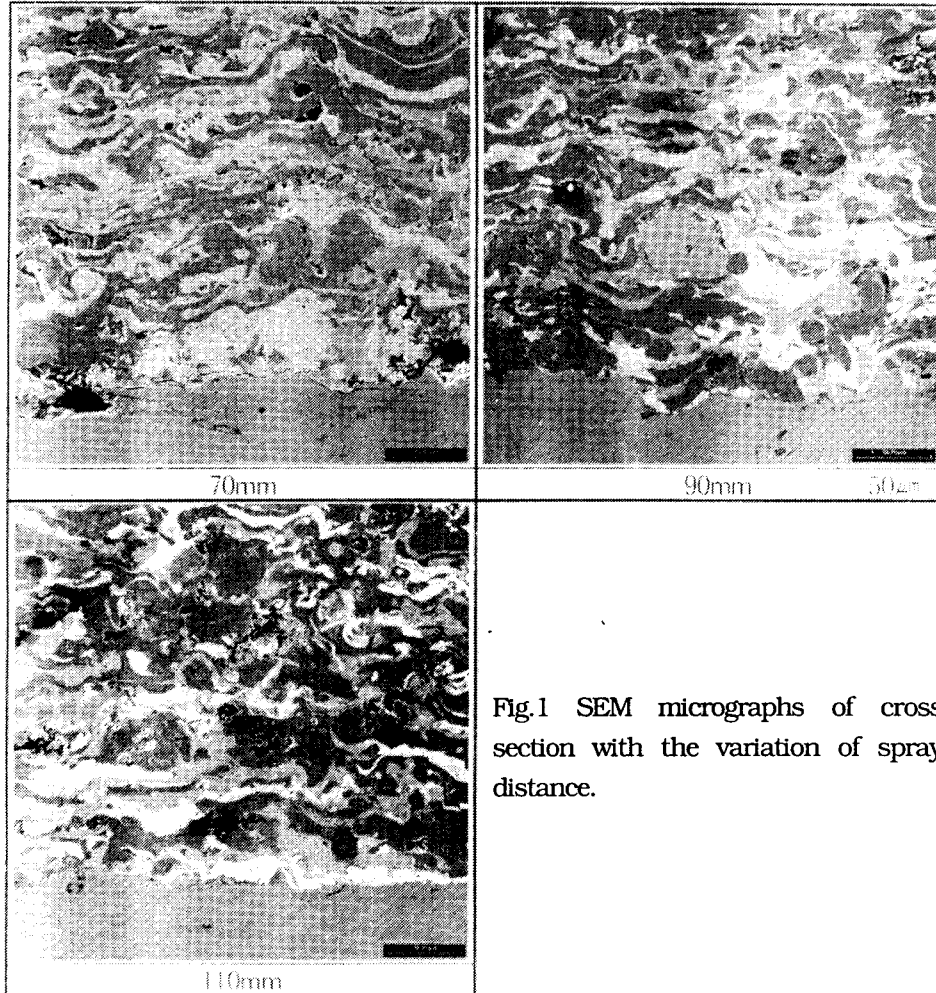


Fig.1 SEM micrographs of cross section with the variation of spray distance.

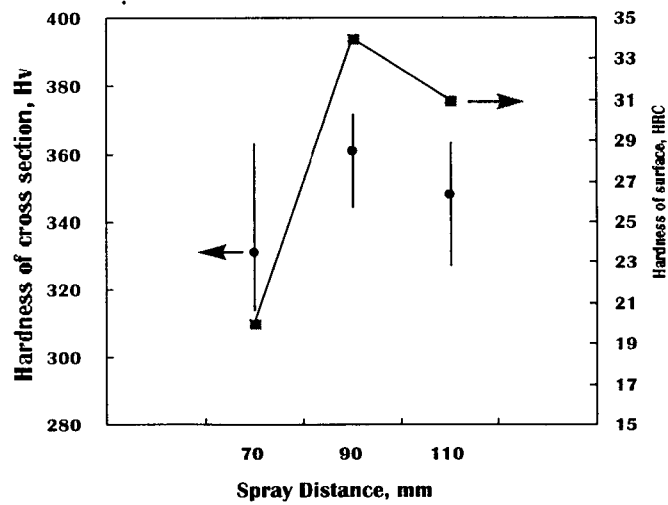


Fig.2 Hardness of coating surface and cross section