

마이크로/나노 트라이볼로지 기반 산업기술에 관한 연구

김청균

홍익대학교 트라이볼로지 연구센터

Investigation of Industry Technology Based on the Micro/Nanotribology

Chung Kyun Kim

Tribology Research Center, Hongik University

트라이볼로지(tribology)는 상대접촉 마찰운동을 하는 두 물체 또는 그 이상의 물체표면에서 발생하는 물리·화학적 상호작용을 연구하는 실용적 과학·기술이다. 모든 물체의 표면은 정지 또는 상대접촉 운동상태에서 마찰(friction), 마멸(wear), 윤활(lubrication) 작용에 의해 특성적 변화를 경험하는데, 이러한 접촉계면의 현상적 변화를 다루는 실용적 과학기술을 총칭하여 “트라이볼로지”라 할 수 있다.

영국에서 처음 사용하기 시작한 트라이볼로지라는 “문지르다”라는 의미를 갖는 그리스어 “tribos”에서 유래한 것으로, 사람들이 편리하고 안전한 일상생활을 영위하는데 필요한 각종 도구나 장치와 연계된 실용기술로 오래 전부터 이미 사용하고 있었다. 먼 옛날 사람들이 지구상에 처음 등장하였을 때 동물의 뼈나 뿔로 뾰족하게 도구를 만들어 사용하였고, 돌로 칼이나 도끼, 화살촉 등을 제작하면서 마찰과 마멸에 관한 고전적 의미의 트라이볼로지 생산기술은 이미 도입된 것이다. 18세기 후반에 시작된 영국의 산업혁명은 증기기관을 비롯한 운송기계의 생산과 자연과학/기술을 기반으로 공장을 건설하여 자원을 축적하기 시작하였고, 인류가 경험한 크고 작은 전쟁은 유럽의 식민지 정책에 의한 대규모 무기생산이라는 기계산업을 통하여 트라이볼로지 기술은 본격적으로 발전하는 계기를 갖게 되었다.

특히, 제2차 세계대전은 자동차, 열차, 항공기, 선박을 중심으로 운송기계의 획기적인 발전을 가져왔고, 전쟁물자를 공급하기 위한 대규모 프로세스 제조 산업의 확장으로 그동안 큰 주목을 받지 못하였던 기계장치의 성능, 수명, 효율성, 내구성 향상을 위한 기술개발을 본격적으로 검토하고, 생산성과 품질을 중시하는 설비관리, 윤활기술을 도입하게 되었다. 산업설비의 노후화는 설비·윤활관리의 중요성을 강조하는 설비보전 기술의 체계적인 개발을 촉구하게 되었다. 기계를 제작하기 위해서는 기본적으로 제품의 생산성과 효율성, 정밀성과 품질, 내구성과 경제성 등을 모두 고려하여 설계하는 것은 당연하지만, 생산제품의 유지보수에 필요한 관리기술을 포함한 트라이볼로지 설계와 보전기술 개발의 중요성은 산업화가 심화되면서 크게 부각되었다. 따라서 트라이볼로지 기술은 기계장치의 핵심요소부품 및 시스템에서 기능적으로 마찰, 마멸, 윤활이라는 복합기술을 제품의 작동성, 효율성, 안전성, 생산성 등과 연계하여 설계해야 하기 때문에 프로세스 생산시스템을 도입한 산업현장의 엔지니어로부터 큰 관심을 끌게 되었다.

대규모 생산설비 시스템의 효율적 관리를 통하여 우수 제품의 생산과 생산설비시스템의 안정성 향상, 기계장치의 수명연장을 위한 노력은 트라이볼로지 기술을 획기적인 적용하고, 응용하는 계기를 제공하였다. 특히, 최근의 마이크로/나노에 관련된 첨단기술은 고속, 고하중, 경량화 단계에서 반드시 극복해야 하는 새로운 트라이볼로지 기술로 인식되면서, 첨단제품의 설계와 제작에 필요한 신기술로 자리를 잡았다. 이러한 고기능성 첨단 신제품 개발에서 가장 중요한 적용기술은 역시 트라이볼로지적 설계 및 생산기술, 유지관리 기술이라 할 수 있다.

트라이볼로지는 기계공학, 재료공학, 화학공학, 에너지공학, 안전공학, 제어공학, 생체공학, 물리학 등 여러 기술분야가 복합적으로 물리적으로 또는 화학적으로 연계되어 작동한다. 기계장치의 핵심부품과 시스템에 관련된 마찰과 마멸을 예측하기 위한 시험평가를 실시하고, 마찰이나 마멸의 발생을 최소로 유지하면서 내구성을 확보하는 윤활의 적용기술 개발로 마찰손실 에너지를 줄이고 기계장치의 수명을 연장하는 효과를 기대한다. 결국 트라이볼로지 기술은 에너지를 절약하는 설비·윤활관리 보전기술과 기계제품의 핵심부품을 생산하고 조립하는데 필요한 트라이볼로지 요소부품 및 시스템 설계기술로 요약할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 복합현상을 포괄적으로 포함하는 트라이볼로지를 산업기술 측면에서 기능성과 효율성에 대하여 고찰함으로써 산업현장에서 반드시 필요한 트라이볼로지로 운전되기를 기대한다.