

나노 기술을 이용한 철도시스템의 성능 향상 방안

박철민, 박 영, 정호성, 박현준, 김형철
한국철도기술연구원

Improvement of Railway System's Efficiency using Nanotechnology

Chulmin Park, Young Park, Hosung Jung, Hyunjun Park, Hyungchul Kim
Korea Railroad Research Institute

Abstract - 현재 철도시스템은 속도향상에 따른 각 부품의 한계에 직면하고 있다. 이 한계를 극복하고 각 시스템의 기능 향상을 위해 다양한 연구가 수행되고 있다. 본 논문에서는 기존 철도시스템에 나노기술과 같은 신기술을 융합하여 각 부분의 성능향상과 한계 극복 방안을 제시하는 기초 연구개발 방향에 대하여 기술하였다. 전기철도에 NT (Nano Technology)를 적용하기 위해 철도 시스템 전반에 걸친 탐색 연구를 수행하여 다양한 가능성 있고 특히 나노 기술을 이용한 철도시스템의 에너지효율 향상에 대하여 4가지의 기본적인 방안을 추출 하였다. 그 방안의 하나인 철도시스템의 에너지 전달을 위한 핵심부품인 집전판의 개선을 위한 기초 연구 결과를 상세 기술하였다.

1. 서 론

현재 우리나라는 고속철도 도입이후 전철화율이 지속적으로 증가하여 현재 50% 수준이 2020년에는 72%까지 증가할 것으로 예상하고 있다. 또한 전기철도의 고속화, 대형화 신규 열차 도입에 따라 철도시스템의 집전분야의 역할이 지속적으로 증가하고 있으며 고속철도의 속도향상을 위한 설계 및 전철시스템 개발을 추진하고 있다. 본 논문에서는 전기철도에 NT를 적용을 위한 철도시스템 전반에 걸친 탐색 연구를 수행하여 나노 기술을 이용한 철도시스템의 에너지효율 향상에 대한 기본적인 방안을 추출 하였다. 특히 현재의 팬터그래프 집전판의 표면 거칠기 및 기계적 강도 등을 개선하고, 나노 Composite 및 나노기술을 전기철도 팬터그래프 집전판에 융합하는 기술개발을 통해서 철도시스템의 에너지전달을 위한 핵심설비인 집전시스템·전철설비의 성능·내구성·집전효율 향상을 위한 기초연구를 진행하였다.

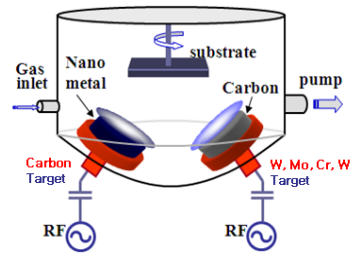
2. 본 론

21세기 철도 선진국으로의 성장 동력과 새로운 비전을 포함한 철도와 신기술간의 융합기술 개발이 필수적이다. 철도시스템의 연구개발 모델도 그간의 '쫓아가기형(Catch-up model)'에서 '선도형(Trend-setter model)'로 바꾸기 위해 신기술을 융합한 새로운 연구개발 비전 필요하다. 나노 신소재 기술은 임계성능극한, 초고효율 에너지 산업 실현을 가능하게 하는 미래 필수 핵심소재이며, 나노융합산업은 나노기술을 타 산업에 접목하여 부가가치를 창출하는 미래 유망 산업이다. 특히 NT 신기술의 철도 적용 선행 연구를 통해 전기철도에 적합하고 세계시장 선점이 가능한 NT 기반 철도융복합원천기술의 가능성을 타진할 수 있다. 또한 속도 향상에 따른 철도시스템의 한계를 극복하고, 각 시스템에 나노융합 기술을 적용하여 전기철도 핵심 부품의 성능을 향상시킬 수 있다. 나노 기술이 적용 가능한 전기철도시스템을 <그림1>에 표시하였다.



<그림 1> 나노기술 적용 가능한 전기철도시스템

본 논문에서는 전기철도에 NT를 적용하기 위해 철도 시스템 전반에 걸친 탐색 연구를 수행하여 다양한 가능성 있고 특히 나노 기술을 이용한 철도시스템의 에너지효율 향상에 대하여 4가지의 기본적인 방안을 추출 하였다. 첫째 나노 내마모 코팅을 이용한 철도시스템 내구성/수명 향상 타당성 연구, 둘째 나노 복합체를 이용한 철도시스템 경량화 및 성능 향상 적용 타당성 연구, 셋째 나노 소음저감 코팅을 이용한 철도 인터페이스 분야 타당성 연구, 마지막으로 철도시스템의 에너지전달을 위한 핵심설비인 팬터그래프의 집전판의 효율 향상을 위해 나노금속(W, Ni, Cr, Mo)을 조성한 탄소레이어의 나노 Composite 기법을 유도하여 나노금속을 함유한 탄소 레이어 제작이다. 나노 기술 철도시스템 효율적 적용을 위한 기초 시험으로 RF magnetron Sputtering 시스템은 <그림 2>과 같이 co-sputter를 이용하여 기초 시험을 수행하였다.



<그림 2> Schematic of RF magnetron co-sputtering equipment

제작된 금속 종류와 텅스텐 함량에 따른 이러한 기초 실험 결과를 바탕으로 집전판의 전기적 특성 평가를 추가하여 고효율의 나노 Composite 집전판을 개발한다면 현재 전량 수입되고 있는 집전판의 국산화 이외에 금속계와 탄소계의 장점을 복합한 전차선 마모, 아크가 감소, 내구성/경도 및 통전효율 증가 외에 에너지 효율 증가로 400km/h 이상급 고속화 집전기술의 핵심기술로 기대된다.

3. 결 론

본 논문에서는 나노기술 철도시스템 적용을 위한 다양한 모델을 제안 하였다. 특히 시험적 가능성을 평가하기 위하여 팬터그래프 집전판 모델을 스퍼터링 방법으로 모의 구현하였다. 또한 본 논문에서는 나노기술 기반의 고효율 철도 집전시스템 구현을 위해 필수적인 팬터그래프 집전판 나노 기술 적용을 위한 기초기술 연구 및 제조방안을 도출하였다. 본 논문에서 기술된 집전판 성능개선위한 나노 Composite 제조 기술뿐만 아니라, 철도시스템의 성능향상을 위한 나노 자기세정 코팅, 철도시스템 내구성 및 수명향상을 위한 내마모 코팅기술, 철도시스템의 경량화를 위한 나노 복합체 제조기술등의 다양한 나노기술들이 향후 철도시스템의 효율 향상을 위해 활용될 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

[1] Jaeho Hwang, Dongho, "Investigation on Severe Aerodynamic Load Condition about Pantograph", KSME conference paper, 1-6, 2001.
[2] B Schulte-Werning, "Research of European railway operators to reduce the environmental impact of high-speed trains", Proc. Instn Mech. Engrs, 217 Part F: J. Rail and Rapid Transit, 249-257, 2003.
[3] 김병기, "나노금속분말재료의 특성 및 응용현황," 재료마당, 제14권, 7호, 45-57, 2001.