

## 국내의 도시철도 차량 모듈화 사례 및 발전방향 고찰

### Design Requirements of Double Deck High Speed Train by Analyzing Voices of Customers

강대현\*<sup>†</sup>, 양정무\*, 김주원\*, 정지은\*, 정효순

DaeHyun Kang<sup>\*†</sup>, JungMoo Yang<sup>\*</sup>, JooWon Kim<sup>\*</sup>, JiEun Jung<sup>\*</sup>, HyoSoon Jung

**Abstract** Urban railway vehicle components currently being operated, to interface physical form and communication standards are different, causing the compatibility decrease in parts. As a solution, the development of standardized interface systems and components group modularization is necessary, ongoing efficiency of the maintenance of urban rail vehicle parts city rail operator engine via an interface module of the urban railway parts production strengthening of competitiveness through the small species mass production of the company is needed. In addition, there is a need for the development of urban rail vehicle parts for foray into overseas markets interface module of support policy and propulsion system. In the overseas railway sector since the 1990s it has been to ensure the module technology for function / performance, but, in the case of South Korea, is a situation that has been delayed for more than 20 years overseas module technology. In this paper, we investigate the domestic and foreign modular case of urban rail vehicle, to present the development direction of the interface module in the future of urban railway vehicle parts.

**Keywords** : Modularization, Urban Railway, Interface

**초 록** 현재 운용 중인 도시철도 차량 부품은 물리적 형태 및 통신규격 인터페이스가 상이하여 부품 호환성 저하의 원인이 되고 있다. 그 해결책으로, 표준화된 인터페이스 체계 및 부품군 모듈화 마련이 필요하며, 지속적인 도시철도 차량 부품 인터페이스 모듈화를 통해 도시철도 운영기관의 유지보수 효율화와 도시철도 부품생산기업의 소품종 다량생산을 통한 경쟁력 강화가 필요하다. 또한, 해외시장 진출을 위한 도시철도 차량 부품 인터페이스 모듈화 지원정책 및 추진체계 마련이 필요하다. 1990년대부터 해외 철도분야는 기능/성능에 대한 모듈화 기술을 확보하여 왔으나, 우리나라의 경우 해외 모듈화 기술에 20여년 이상 뒤쳐져 있는 상황이다. 본 논문은 국내외 도시철도 차량의 모듈화 사례를 조사하고, 향후 도시철도 차량 부품 인터페이스 모듈화의 발전 방향을 제시한다.

**주요어** : 모듈화, 도시철도 차량, 인터페이스

## 1. 서 론

항공이나 자동차 같은 타 산업분야에서는 전체 시스템의 적용, 정비 및 유지보수 등을 목적으로 부품군을 모듈화 개발을 실시하고 있다. 현재 자동차 및 항공 분야에서는 대부분의 부품이 모듈화가 되어서 시스템을 구성 시에 필수적으로 적용하고 있으며, 유럽연합에서는

† 교신저자: 한국철도공사 연구원(nymew@korail.com)

\* 한국철도공사

모듈형 차량시스템 연구를 통하여 모듈화 부품으로 구성된 철도차량을 개발하고 있어 국내 철도차량에 적용되는 부품도 인터페이스 표준화 기술이 확보된 구성품/부품의 모듈화 기반 기술 연구 개발이 필요하다. 1990년대부터 해외 철도분야와 자동차, 의료분야 등은 기능/성능에 대한 모듈화 기술을 확보하여 왔으나 우리나라의 경우 해외 모듈화 기술에 20년 이상 뒤쳐진 상태이다. 철도 부품이 모듈단위가 아니라 개별 부품단위로 관리됨에 따라 유지보수가 효율적으로 이뤄지지 못하므로 부품 체계를 단순화시키기 위한 모듈화 연구가 필요하다.

## 2. 본 론

### 2.1 국내 도시 철도차량 부품의 모듈화 기술 동향

Scale down 공기제동 시스템은 최근 차량의 다양화 및 최소화 추세에 따라 경전철 및 바이모달(Bi-modality) 등 저상용 차량 등에 적용이 가능한 소형화 위주의 모듈화를 진행하고 있다.



Fig. 1 In Miniature Function(top) and Extended Function(bottom) Air Brake Control Device

이전의 공기 제동작용장치(BOU)의 경우 구성품의 수가 많을 뿐만 아니라 유니트의 사이즈가 크며 중량 또한 대단히 무거우나, 최근의 제동작용장치(BOU)의 경우 구성품의 수가 적을 뿐만 아니라 유니트의 사이즈가 작고 중량 또한 대단히 가벼워졌다.

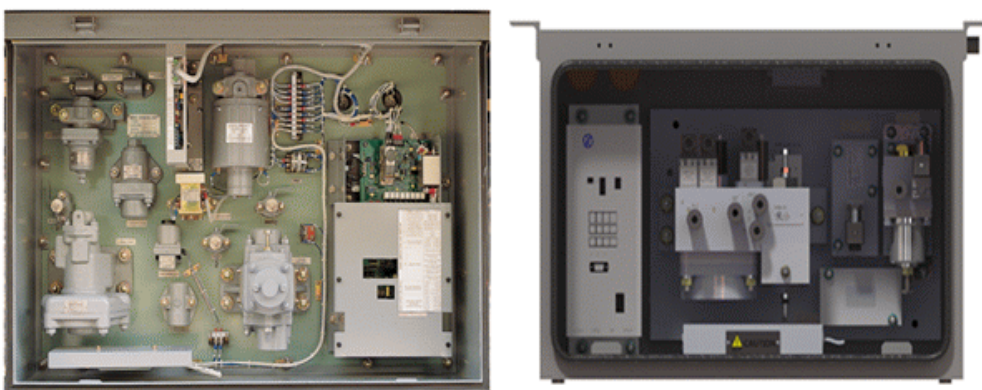


Fig. 2 Before Miniaturization and Modularization BOU(left) and After(Right)

## 2.2 국외 철도 선진 제작사 모듈화 동향

해외 봄바르디어사의 경우 철도차량 네트워크 기술과 표준 제어장치 기술을 바탕으로 철도차량 부품을 모듈화하여 철도차량시스템의 기능과 성능을 최적화, 소프트웨어화하여 최상의 설계/제작 생산성을 유지하고 있다. MITRAC 시스템은 봄바르디어의 표준형 제어·통신 및 열차관리시스템으로 추진제어 및 차량내 통신, 운영·유지보수 데이터 처리, 차량-지상 무선통신으로 정보 업데이트 및 실시간 모니터링 등을 처리하는 핵심 제어 모듈로서, 세계최초의 IP 기반 플랫폼 채용으로 기능 선택 및 유지보수 효율 향상, 운영자 수익 개선, 비용 절감, 제작자 경쟁력 향상을 지향하고 있다.

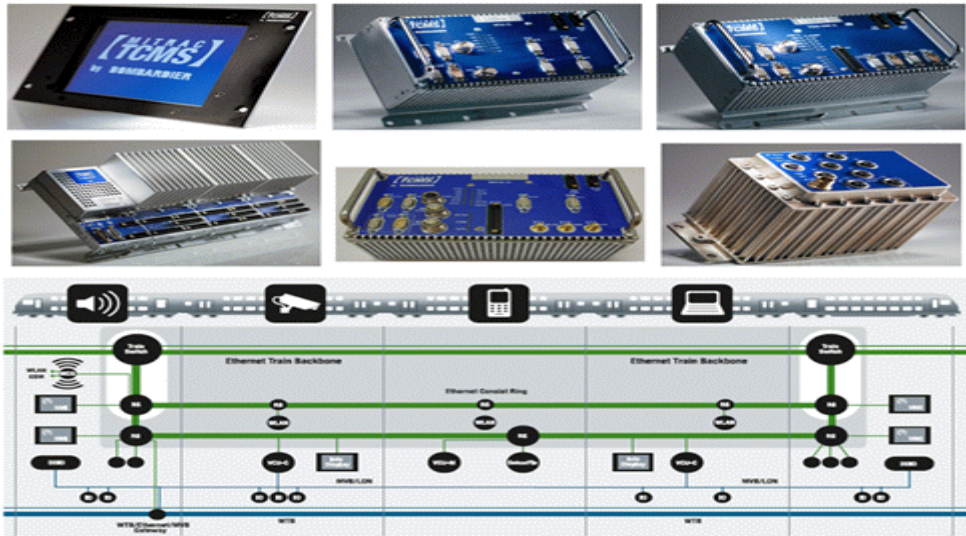


Fig. 3 Bombardier MITRAC System Control Module(top) and MITRAC System Network(Bottom)

MITRAC의 주요 특징으로는, 하나의 시스템으로 모든 철도에 적용하도록 표준형으로 개발, 기능별 확장가능한 개방형 아키텍처의 모듈화 방식, 다른 시스템과 인터페이스·통합이 용이, 차종·편성량 등에 맞게 다양한 모듈로 조정 적용이 가능, 표준형 IP기반 분산 시스템으로 유지보수 효율 향상, 멀티태스킹 및 통신, 진단·원격 액세스, 엔터테인먼트 제공 등을 한다.

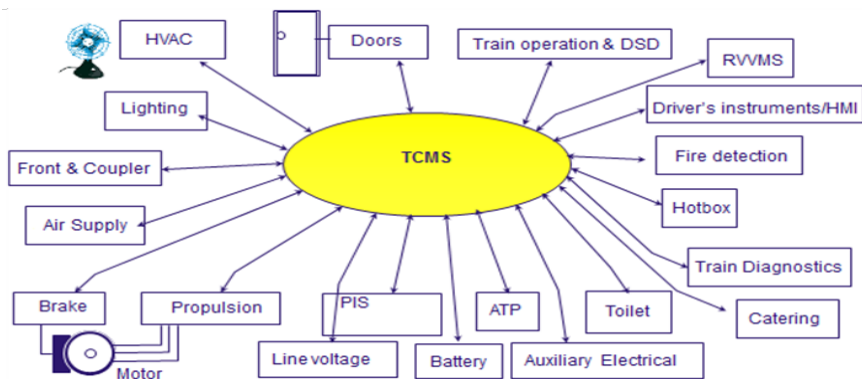


Fig. 4 MITRAC System Functions Schematic

유럽연합이 지원하는 MODTRAIN(유럽연합 철도시스템의 혁신적인 모듈형 차량시스템) 프로젝트에 참여하고 있는 연구진은 유럽전역 선로를 주행하게 될 미래 유럽 공동열차의 개발을 목적으로 하였다. 유럽의 철도 노선은 각 나라마다 차량시스템, 정부 규제, 신호시스템 등의 차이를 표준화 모듈화가 요구되었으며, MODTRAIN 프로젝트는 유럽국가 간에 조화와 호환이 이루어질 수 있도록, 국제 규격을 개발하는 것이 목적이다. 열차가 국경을 넘어다니는 빈도가 점점 더 커지게 되면서 기관사는 서로 유사한 환경에서 운영을 할 수 있어야 하며, 냉방장치, 도어 개폐 혹은 승객과의 커뮤니케이션 시스템 등 더 많은 운영시스템이 호환성을 가질 수 있어야 한다는 필요성이 제기되었다. 이에 37개 파트너 업체들은 4년간의 연구개발을 통해 상호 호환성을 가지는 동력차와 객차의 기능적, 전기적, 기계적 인터페이스를 결정하였고, 유럽의 열차 승객과 기관사들을 위해서 견인시스템 (Traction System)과 제동시스템, 견인제어 (Traction Control)는 물론 실내 인테리어까지 다시 디자인 하였다.

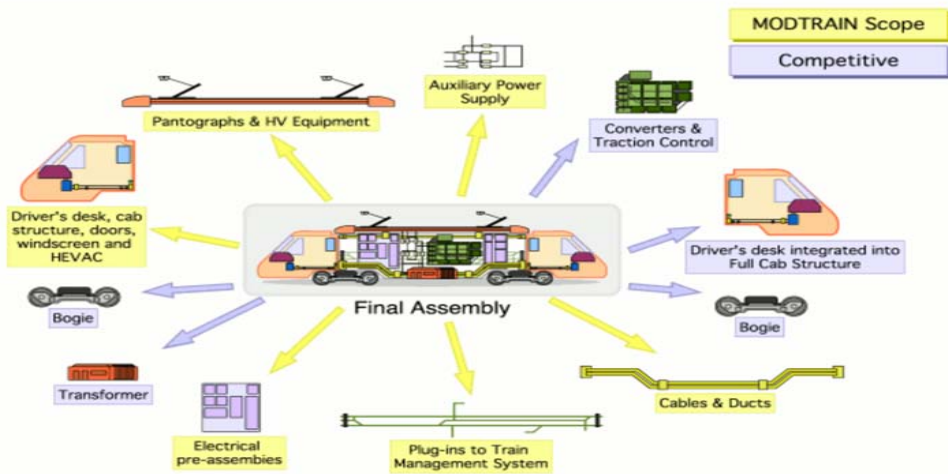


Fig. 5 MODTRAIN Research Scope

차량시스템과 각각의 하위시스템을 개선하기 위하여 시스템과 구성 요소에 대한 공통 인터페이스를 정의하는 방식으로 모듈화를 접근하였다. 시스템 설계의 모듈화, 핵심 모듈의 상호 운용성, 부품의 호환성, 전체 수명주기 비용 감소 등의 성과를 거두었다. MODLINK는 MODTRAIN 프로젝트 내에서 크게 차지하고 있으며, 모듈형 MMI와 열차-열차 사이의 데이터를 연결한다.

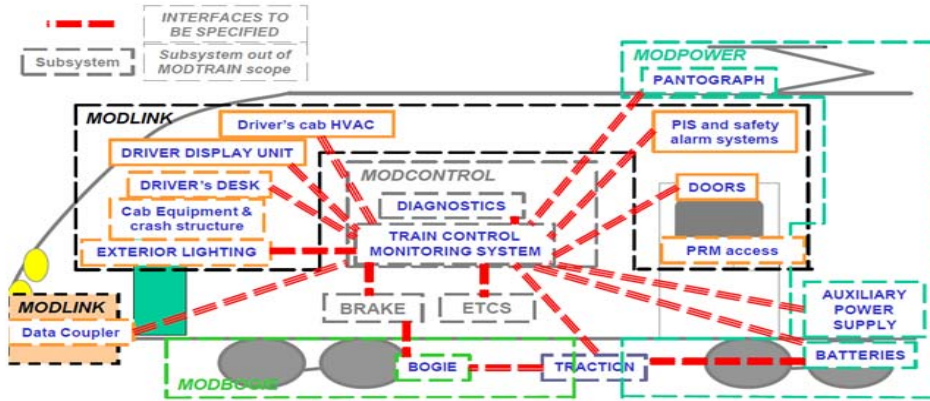


Fig. 6 MODLINK Schematics

봄바르디어의 FLEXITY Swift 차량 모듈은 30~40% 정도 제작기간을 감소하였으며, 차량 운영사의 요구사항에 맞는 개별 모듈 인터페이스를 정의, 사용하였다. 손상된 모듈을 손쉽게 교환할 수 있는 유연성을 갖추었다.

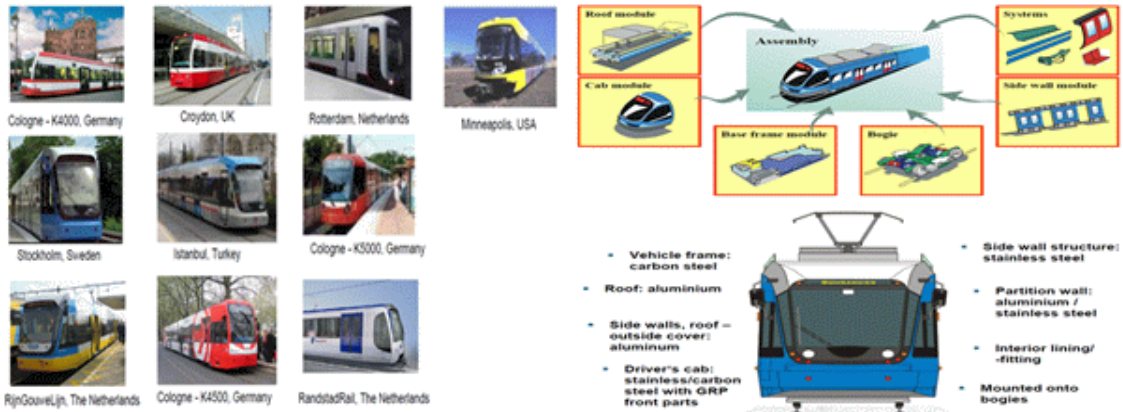


Fig. 7 Bobardier FLEXITY Swift Train(left) and Manufacturing Concepts(right)

미쓰비시는 세계 최초 SiC 트랜지스터와 SiC 다이오드로 만든 전력모듈을 제작, 1,500 V DC 급전방식의 철도차량 인버터 시스템을 개발하였다. 이는 종래의 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터 (IGBT) 전력 모듈에 비해 전력 손실이나 크기, 무게가 감소하였다.



Fig. 8 SiC Power Module Inverter and Coverage

미쓰비시 전기의 SiC Power Module은 전력 소모량을 감소할 뿐만 아니라, 일본의 신간선 등 고성능 열차에 사용되는 기기의 크기 및 무게를 줄여줄 것으로 예상된다. 크기 및 중량은 기존의 IGBT 파워 모듈보다 크기는 약 65% 감소, 중량은 약 30% 감소하였다.

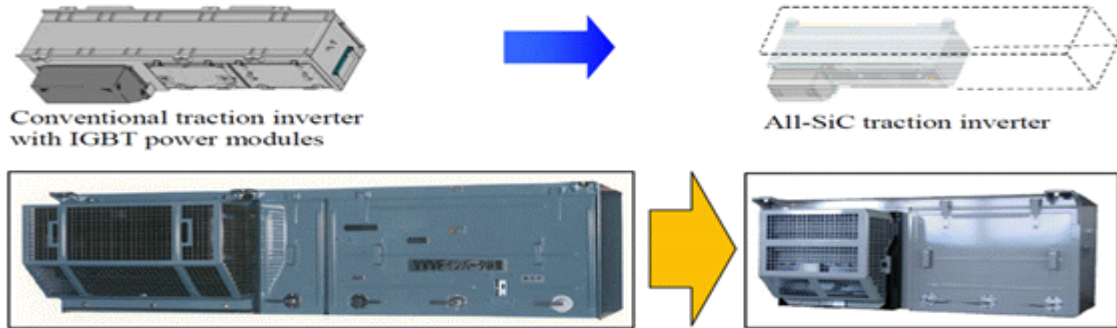


Fig. 9 SiC Power Module Inverter compared to IGBT Power Modules

### 3. 결론

국내 철도차량 부품산업은 작은 시장 규모를 가지고, 다품종 소량 생산 산업의 형태를 띄고 있어 철도시장 규모의 경제 실현이 어려우며, 국내 운영기관의 부품 재생수리 사용 비율이 높고, 저가 입찰방식의 철도부품 구입으로 부품의 질적 수준이 미약하다. 국내 부품제작업체는 경제성과 수익성의 확보에 어려움이 있고, 부품제작에 대기업이 참여하지 않아, 중소기업 중심의 산업구조로 철도산업이 구축 되었으며, 결국 국내 철도산업은 경제성과 수익성 확보에 한계를 드러냈다. 이에 대해, 본 논문은 국내외 도시철도 차량의 모듈화 사례를 조사하고, 국외 Bombardier나 MODTRAIN 등의 모듈화 사례를 기반으로 국내 도시철도 차량 부품 모듈화 산업의 경제성과 수익성이 확보되는 발전 방향을 제시한다.