

# 전기철도차량 온실가스 모니터링 방안 연구

## A Study on the Monitoring System for Green-house Gases from Electric Rolling Stock

김용기†  
Yong-Ki Kim

이영호\*  
Young-Ho Rhee

이재영\*  
Jae-Young Lee

이철규\*  
Cheul-Kyu Lee

임성수\*\*  
Sung-Soo Lim

### ABSTRACT

Along with response of the Climactic Change Convention, the government is demanding a measuring and reporting system for green-house gas emission and energy consumption on the railroad sector in order to make a transition to a low carbon green railroad system. According to the plans to electric railway line and increase the number of electric rolling stock, the electric consumption is increasing more than the consumption of diesel. Therefore, the development of monitoring device for green-house gases became important issue. In this study we developed a prototype of the monitoring system for estimating electric consumption. This study is expected to make accurate GHG emission inventory and be used to have confidence of emission factor.

### 1. 서론

전 세계적으로 기후변화와 관련하여 경제·사회적으로 매우 중요한 이슈로 부각되어 우리의 사회생활에도 다양한 영향을 미치고 있다. 포스트 교토체제 하에서는 온실가스 배출 저감과 기후변화 완화를 목표로 하고 있고, 의무감축 국가인 선진국들은 대응프로그램 및 전략을 마련하여 이행하고 있다. 우리나라는 현재 자발적 감축목표를 BAU 대비 30%감축 목표를 발표하여 이를 시행하는 대책으로 국가온실가스 관리프로그램의 구축을 2012년부터 온실가스 에너지목표관리제의 시행에 따른 수송부문에서의 온실가스를 34.3% 감축목표 할당량으로 발표한바 이에 대한 연차별 감축방안 마련이 시급하다. 또한 정부에서는 교통수단을 저탄소 녹색철도로의 전환을 위해 철도부문의 온실가스 배출량 및 에너지 사용량에 대한 측정·보고 체계를 요구하고 있으며, 이에 따라 철도부문의 정확한 온실가스 배출량 산정이 필요하다. 특히, 철도의 전철화 및 전기차량 보유 확대계획에 따라 전력소비량이 디젤소비량보다 증가하고 있어 전기철도차량의 온실가스 모니터링 장치 개발이 중요해지고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 철도운행의 전기차량 온실가스 배출량을 실시간으로 모니터링 하기 위해 우선 에너지소비량의 측정 방안을 강구하고자 대상차량 선정에 대해 철도 전기차량 특성 분석을 기반으로 시스템 구성방안을 모색하였고 전기철도차량의 에너지 소비 모니터링 시스템 개발에 대한 H/W 및 S/W개념 및 상세설계를 통해 prototype을 개발하였다. 이를 기반으로 철도차량의 운행단계에서 발생하는 온실가스 배출량에 대한 보다 정확하고 높은 Tier 수준의 데이터베이스 구축이 가능하며 또한 온실가스 배출계수의 신뢰성 확보에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

† 교신저자 : 한국철도기술연구원, 녹색교통물류연구본부  
E-mail : ykkim@krrri.re.kr

\* 한국철도기술연구원, 녹색교통물류연구본부

\*\* (주) 우진산전

## 2. 대상차량 선정방안

온실가스 모니터링 시스템을 실시설계 이전에 전기를 동력으로하는 다양한 차종의 전기기관차 및 전동차를 분류하고 특성을 세분화하여 대표성을 갖는 차종을 선정하고자 하였다. 온실가스 모니터링 시스템은 차량에 장착하여 다양한 차량의 소비전력을 계측해야 하므로 차량의 대표성과 측정의 용이성을 검토하여 대상차량을 선정하였다. 국내에 운행중인 전기철도차량은 표 1과 같이 분류할 수 있다. 대상차량별 설치 가능한 차량의 기관차와 전동차 그리고 간선형 전동차를 대상으로 차량의 회로구성과 설치의 용이성에 등에 중점적으로 검토하였으며 차량에 대한 기본적인 정보와 특성을 나타내었다.

표 1 대상차량의 특성

구분	대상차량		
차량명칭	8100대 신형전기 기관차	경부선 160량 전동차	간선형 전기동차 32량
도입년도	1999년	2003년	2008년
유사차량	8100대 : 2량 8200대 : 83량	AC/DC겸용 : 116편성(1136량) AC전용 : 62편성 (440량)	누리로 : 8편성(32량) 경춘선 : 8편성(64량) -2011년 도입예정
기본편성	1량(중련시 2량)	10량(8량, 6량)	4량(중련시 8량)
운행구간	간선(여객, 화물)	수도권 전철구간	수도권 전철구간 (서울역-신창) 간선구간 (서울역-제천)
	AC 25kV	AC 25kV 또는 DC1500V	AC 25kV
주회로 수량	1 Unit	3 Unit	1 Unit
주회로 구조	가선 ↓ 주변압기 ↓ C/I(4ea)	가선 ↓ 주변압기 ↓ C/I(1ea 또는 2ea)	가선 ↓ 주변압기 ↓ C/I(4ea)

## 3. 모니터링 시스템 구성(안)

대중교통수단인 철도차량은 주로 도심과 그 인근지역을 연결하는 근거리 교통수단인 지하철과 지역과 지역을 연결하여 운행하는 간선형 열차, 그리고 국토의 새로운 대동맥을 연결하고 있는 한국형 고속전철까지 그 수요가 점차 증가하고 있다. 온실가스 모니터링 시스템은 정보의 수집 및 전송을 담당하도록 모듈로 구성된다. 정보의 수집은 차상에 설치된 계측용 전압센서와 전류센서를 이용하여 기초정보를 수집한다. 이 기초정보는 운행모드, GPS 수신데이터를 이용한 차량의 위치, 시각 등의 정보와 함께 저장된다. 또한, CDMA망을 이용한 무선전송을 이용하여 열차의 위치 및 차량상태 등을 확인하는 기능을 수행할 수 있도록 구성된다. 온실가스 모니터링 시스템에서 측정 기록한 에너지 소비량 정보는 플래시 메모리에 저장된다. 플래시 메모리에 저장된 에너지 소비량을 실시간으로 측정기록한 데이터로서 그 용량이 상당히 방대하게 될 것이므로, 대용량 CF(Compact Flash) 카드를 적용한다. 온실가스 모니터링 시스템과 지상정보분석시스템의 연결고리 역할을 하는 CDMA모뎀은 휴대전화의 SMS(Short Message Service)를 활용한 것으로서 차량의 위치와 상태를 확인하는 기능을 제공한다. 아래의 다이어그램은 온실가스 모니터링 장치의 간략화된 블록다이어그램이다. 아날로그 입력회로, 디지털입력회로 및 RS-485 통신회로등 외부인터페이스 회로와 NVSRAM 및 LCD의 내부회로를 CPU보드가 통합하여 관리할 수

있도록 구성하고 설계하였다.

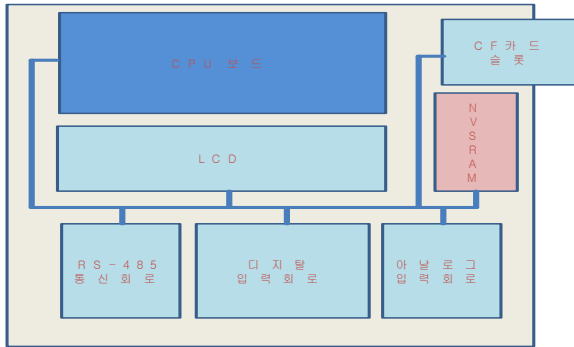


그림 1 . 모니터링 보드 블록다이어그램



그림 2 . 모니터링 보드 구성

#### 4. 하드웨어 설계

온실가스 모니터링 시스템은 연산기능을 담당하는 CPU보드, 인터페이스 회로가 있는 인터페이스 보드와 전원을 공급하는 전원공급장치로 구성된다. CPU보드는 연산능력을 고려하여 TI(Texas Instrument)(社)의 TMS320c32 DSP(Digital Signal Processor)를 채용하였다.

표 2 하드웨어 사양(안)

항목	사양	비고
CPU	32bit 프로세서 TMS320c32 DSP 사용	
동작확인	LCD	캐릭터 LCD
아날로그 입력	AD컨버터 8 채널(12bit 분해능)	AD7891사용
디지털 입력	포토커플러 10 채널	
통신 입력	비동기 2채널	z85c30사용
메모리	512kByte	DS1245Y
기록 메모리	4GByte	CF카드 사용

#### 5. 소프트웨어 설계

온실가스 모니터링 시스템은 연산을 담당하는 DSP에서 연산이 이루어지며, 연산된 결과는 NVSRAM에 임시로 저장되거나 CF카드로 직접 기록된다. 또한, MMI기능으로서 LCD창에 연산된 결과를 Display 기능을 수행한다. 연산기능을 담당하는 CPU보드, 인터페이스 회로가 있는 인터페이스 보드와 전원을 공급하는 전원공급장치로 구성된다. 온실가스 모니터링 시스템의 설계(안)으로 온실가스 모니터링 시스템은 차량에서 소비되는 에너지를 전압과 전류를 측정하여 연산한다. 온실가스 모니터링 시스템은 차량의 동작에 영향을 미치지 않도록 전기적인 회로를 구성하여야 하고, 온실가스 모니터링 시스템은 고장이 발생한 경우에도 차량에 영향이 미치지 않도록 전기적으로 분리할 수 있는 기능을 갖도록 하였다. 온실

가스 모니터링 시스템은 독립적인 전원공급장치를 구비하여 타 장치의 전원부하를 증가시키지 않도록. 온실가스 모니터링 시스템은 배전반 등의 실내에 설치하는 것을 기본(안)으로 고려하였다. 지상 및 지하 구간의 통신 신호 및 기타 제반 설비와의 유도장해 및 차내 다른 장치와의 상호동작 장해가 절대로 미치지 않도록 하며, 선로전선에 대한 전파 장해도 생기지 않도록 설계되어야 한다. 더불어 유지보수를 편리화하기 위해 모듈형태로 온실가스 모니터링 시스템(안)을 구성하였다.

## 6. 결 론

본 연구는 철도 전기차량 온실가스 모니터링 시스템 기본설계에 관한 연구로서, 온실가스 소비량을 계측할 차량의 선정 및 모니터링 보드의 설계를 기반으로 프로토타입을 개발하였다. 모니터링 설계는 국내에 운용중인 전기철도 차량 중 차량의 대표성과 측정의 용이성 측면에서 면밀히 검토하여 대상차량을 선정하였다. 선정된 대상차량에 대하여 센서의 설치위치와 센서의 종류도 결정하였다. 모니터링 시스템의 처리용량을 고려하여 고속의 DSP사용을 결정하여 설계에 반영하였다. 모니터링 시스템의 하드웨어는 DSP와 CPLD를 중심으로 설계하여 설계의 유연성을 높였으며 모니터링 시스템의 기록용량을 고려하여 대용량/장시간 기록이 가능하도록 대용량/고속 처리가 가능한 CF카드를 적용하여 기록할 수 있도록 채용하여 설계에 반영하였다. 본 연구결과를 통해 차 년도에 수행될 시작품 제작에 활용될 수 있도록 면밀한 검토를 통해 시제품 제작에 반영할 계획이다. 시작품 제작이 완료되면 전기적 특성 시험을 토대로 신뢰성을 확보한 후 현차 취부 시험과 시작품의 기능구현, 안정성 확보를 통해 시스템의 완성도를 높여 실용성을 확보하고자 한다.

## 참고문헌

1. 한국교통연구원, 교통부문 온실가스저감 및 통합관리기술 개발, 2011
2. 환경부, 온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침 제정(안), 2011

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부에서 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 교통부문 온실가스저감 및 통합관리기술 개발 지원 사업으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.