

# 차세대전동차 시험선로 통신망 구축

## Implementing a network infrastructure in an advanced EMU test line

원종운† 정의진\* 이한민\* 김길동\* 홍재성\* 이장무\* 성창원\*\*  
Jong-Un Won Eou-Jin Jung Hanmin Lee Gildong Kim JaiSung Hong Jangmu Lee Chang-Won Sung

### ABSTRACT

In this paper, we introduce the network infrastructure in an advanced emu test line in Deabul. New technology has been applied to advanced EMU(DMU, integrated broadcasting system, black box and etc). In order to efficient and safely test of new developed train, failure, operation, status of test line and weather information should be monitored in real time. We has implemented a wireless and optical network infrastructure for reliability and scalability. The wireless communication capability between a car and ground is 20Mbps and back-hole network has 50Mbps of the communication performance. The network between test tracks and control office was established in the optical network. That can improve communication reliability.

## 1. 서론

차세대전동차는 2005년 이후 기술개발을 통해 현재 시제차량이 개발 완료된 상태이다. 본 차량은 현재 대불시험선에서 시험운행을 하고 있다. 대불시험선은 대불선 중 영상대교를 포함한 3km구간을 시험 운행 구간으로 설정하여 시험운행을 하고 있다. 대불시험선의 선로 안전 상태 모니터링 및 차량의 상태 모니터링을 위해 선로 변에 CCTV를 설치하였다. 그리고 대불시험선 3km구간 중 2km구간이 대교구간으로 풍향, 풍속, 온도 그리고 습도 등의 기상정보를 모니터링 하기 위한 기상센서시스템이 설치되어 있다. 특히 풍속은 차량의 안전 운행을 위해 매우 중요한 정보이며, 온도와 습도는 차량의 운행상태 분석 시 중요한 환경요인의 정보가 된다. 한편, 차세대전동차는 시험운행시 발생하는 열차운행정보 및 고장정보를 실시간으로 관제사무실에 전송하도록 하고, 관제사무실에서는 차량의 안전운행을 통합 관리하도록 하고 있다.

따라서 본 논문에서는 차세대전동차의 시험운행이 안전하고, 신뢰성 높은 시험을 지원하기 위한 통신망을 제안한다. 시험선 통신망은 대용량 데이터 통신이 가능하고, 신뢰성이 높은 광통신망과 함께 확장성 및 편의성이 좋은 무선통신망을 혼합하여 통신망을 구축하였다.

2장에서는 대불시험선 현황에 대해서 소개하고, 시험선 통신망 구축과 성능 측정 결과에 대해서는 각각 3장과 4장에서 설명하고, 5장에서 결론을 맺도록 한다.

## 2. 대불시험선 현황

급격히 발전하고 있는 해외 철도기술에 적극 대응하고 국내 도시철도 전동차의 대 승객서비스 향상과

† 교신저자, 한국철도기술연구원, 차세대전동차연구단  
E-mail : juwon@krti.re.kr

\* 한국철도기술연구원, 차세대전동차연구단

\*\* 대림대학, 자동차공학과

운영측면의 효율화 및 유지보수의 단순화를 통한 유지비의 절감을 목표로 차세대전동차 시스템이 개발되고 있다. 개발 중인 차세대전동차 시스템의 개발 완료시 핵심기술에 대한 신뢰성, 안전성, 운영효율성, 친환경성 및 첨단성 등에 대한 검증을 위해서는 차세대전동차를 시험하기 위한 시험선이 반드시 필요하다. 또한 전동차 시스템의 비가동 시간을 최소화 하고 유지보수업무의 효율화를 위해서는 시스템의 안전성과 신뢰성 확보가 우선하여야 함으로 이를 위해서도 차세대전동차의 시험선에서의 시험주행은 필수적이다.

이를 위하여 차세대전동차연구단에서는 대불선의 일부 구간을 시험선으로 활용하고 있다. 시험선 구간은 그림 1과 같이 총 3km구간으로 일로역기점 5.4km에서 8.4km구간이다. 시험선 구간은 지상구간 1km와 교량구간 2km를 포함하고 있다. 그림1과 같이 시험선 구간은 직선, 평탄 선로이다. 대불선은 현재 영업차량 운행이 거의 이루어지지 않는 상태이지만, 선로의 관리가 양호하여 차량운행에 최상의 조건을 유지하고 있는 노선이다. 다만 대불선이 주택가와 체육시설 등이 있는 지역을 통과하고 있어, 사람들의 선로 무단 침입이 가능한 환경이다. 따라서 차량의 안전한 시험과 안전사고 방지를 위해서는 안전시설에 대한 보강이 필요하여, 안전울타리와 선로변 CCTV를 설치하였다. 안전울타리는 오룡터널 말단(4km167)-영산대교시점(5km943)간에 설치되었고, CCTV는 시험선 3km 전구간에 약 200m에서 250m간격으로 16대 설치하여 선로 상태를 24시간 감시하고 있다.

대불시험선의 주요사항

- (1) 선로현황 : 일기 0km(대기 242km443) ~ 일기(환) 12km509
- (2) 선로거리 : 12.5km(단선구간)
- (3) 최소곡선반경 : R 400[m] (일기 10km057 ~ 일기 10.901, 대불건널목 전)
- (4) 최대구배 : 12‰(일기 8km851 ~ 일기 9km691, 영산대교 남단 끝 부분)
- (5) 선로간격 : 궤간 1435[mm]
- (6) 선로등급 : 3급선
- (7) 터널 : 1개소 (오룡터널 2,246m)
- (8) 교량 : 7개소(영산대교 외 6개소, 3,783m)
- (9) 신호방식 : ATS 3현시, 일로역 및 대불역 구내에 PDT 설비 구비
- (10) 전력공급 : 일로변전소 공급, 용포리 SSP에서 대불선 전원 투/개방
- (11) 운행현황 : 디젤열차(기관차+화차) 부정기 운행
- (12) 건널목 : 대불역 인접 1개소
- (13) 연동장치 : 일로역에서 제어
- (14) 폐색장치 : 자동폐색 (Local + 자체조작)
- (15) 신호취급실 : 종합관제센터
- (16) 가선 : AC 25,000V
- (17) 선로최대속도 : 110km/h



그림 1 일로역-대불공단역 노선도 및 시험선 구간

### 3. 시험선 통신망 구축

시험선 통신망 구축을 위해서는 통신망에 대한 주요 요구사항을 분석할 필요가 있다. 주요 요구사항에는 최대 통신용량, 환경제약 조건, 이동체 속도, 이동 형태 등이 있다. 시험선 및 차량 시험운행시 발생 가능한 정보량은 약 50Mbps 정도 된다. 선로 변에 설치된 16개 CCTV에서 각각 2Mbps의 영상정보를 생성하여 총 32Mbps 통신용량일 필요로 하고, 열차운행정보 및 고장정보 전송과 차상 인터넷 서비스 그리고 시험선 3km구간에서 인터넷 환경 제공을 위해 약 20Mbps가 필요하다.

시험선 3km 구간은 앞서 살펴 본좌와 같이 직선 평탄 선로이며, 교량 구간이 있는 것이 환경적인 특징이다. 일반적으로 무선통신이 장애물이 없는 경우 약 1km까지 통신이 가능한 것으로 알려져 있다. 하지만 시험선 구간은 일직선 형태로 되어 있어, 전주 및 지지물들이 일직선으로 설치되기 때문에 이들이 장애물이 될 수 있다. 그리고 시험선 구간은 영상강 하구에 위치하여 교량구간이 2km이다. 따라서 안개와 바람의 영향이 상당히 많은 영향을 미칠 수 있다.

한편 차세대전동차는 최고속도 130Km/h로 설계되어 있고, 선로 최고속도는 110km/h이다. 하지만 시험선 구간이 3km이고 교량 구간임을 감안한다면, 안전을 위하여 최고속도 성능 시험 등을 제외하고는 대체로 100km미만 또는 그 이하의 속도에서 주행시험이 이루어 질 것으로 예상된다.

일반적으로 광통신의 경우 전송속도가 빠르고, 통신 신뢰도가 높은 장점이 있다. 하지만 설치 및 유지비용이 많이 들고, 설치하기 어려운 점이 있다. 한편 무선통신은 광통신보다 설치비용이 저렴하며, 확장성이 높고, 이동성을 보장할 수 있다. 또한 다양한 형태의 네트워크 구축이 가능하다.

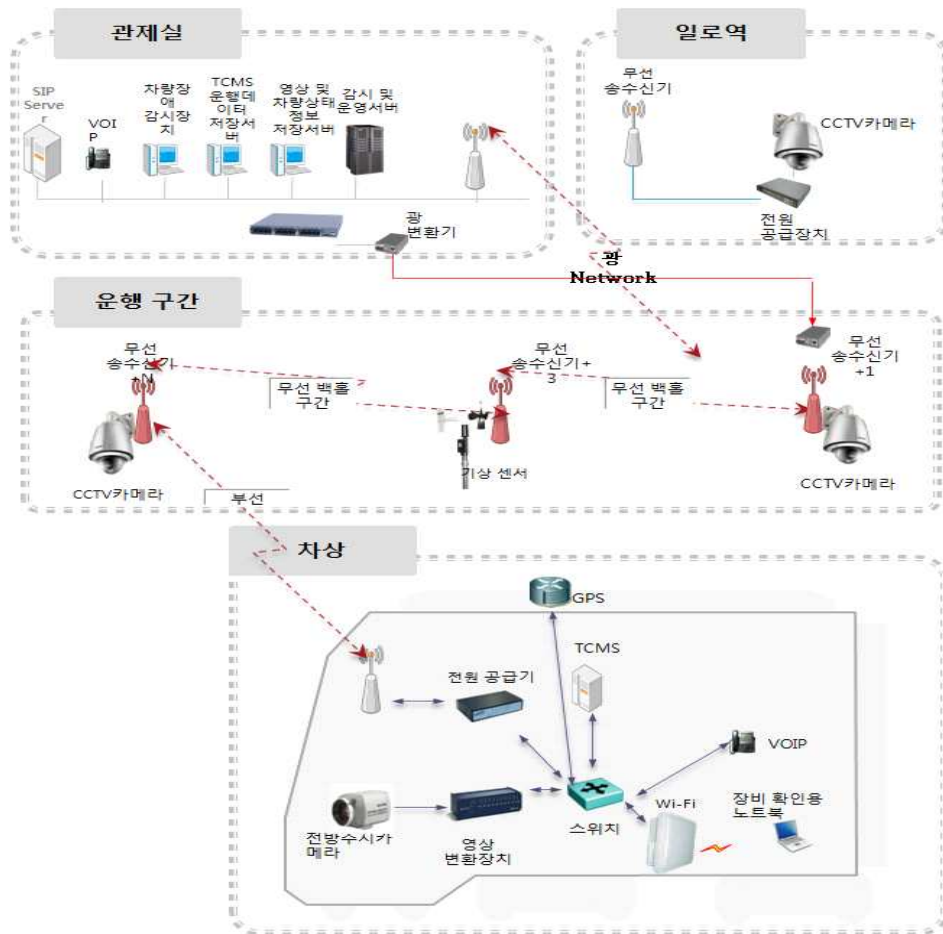


그림 2 시험선 통신망 구성

그림2와 같이 시험선 통신망을 구성하였다. 일로역에서 일로역기점 5.4km구간에는 광통신망을 구축하였다. 이 구간은 차세대전동차가 시험선 구간에 접근하기 위한 접근선로 이다. 따라서 이 구간에서는 선로 안전 및 열차운행 상태에 대한 모니터링은 필요하지 않아, 지-차상간 무선통신 설비가 없으며, 선로 상태 모니터링을 위한 영상 장치도 설치되어 있지 않다. 즉, 통신망의 확장성과 편의성 보다는 통신능력 즉 빠른 통신 속도와 신뢰성을 제공할 수 있는 광통신망이 적합하다.

한편 일로역 기점 5.4km에서 8.4km 시험선 구간은 무선통신망으로 구축하였다. 시험선 구간 무선통신망은 백홀망과 차-지상간 통신망으로 구성된다. 시험선 백홀은 5.6GHz를 선정하여 차-지상간 무선주파수 2.4GHz와 간섭이 발생하지 않도록 하였다. 백홀은 그림 3과 같이 RX와 TX를 각각 설치하여 16개 지점에 상하방향 각각 1개씩 설치되었다. 선로 변에 설치되어야 하는 무선 AP는 선로 측면에 일직선으로 설치되어야 하는 환경적 제약조건이 있다. 따라서 본 논문에서는 백홀망 무선AP를 CCTV와 같이 200m에서 250m간격으로 1번부터 16번까지 직렬로 구성하였다. 한편 차-지상간 무선통신은 선로에 5개의 무선AP를 설치하여 3km 시험선 구간에 대한 지-차상간 무선통신이 가능하도록 하였다.



그림 3 백홀 무선통신망

#### 4. 시험선 통신망 성능 측정

구축된 시험선 통신망은 통신 성능 분석 프로그램을 이용한 객관적 데이터 측정과 CCTV 및 동영상을 이용한 주관적 측정을 동시에 시행하였다. 먼저 객관적 성능 측정을 위하여 본 논문에서는 일반적으로 이용되고 있는 채리엇(CHARIOT)프로그램을 이용하였다.

그림 4는 백홀 무선통신망에 대한 통신성능을 나타내고 있다. 백홀 무선통신 성능 시험은 1번 백홀 무선AP와 16번 무선AP를 시작과 끝점으로 설정하고, 시점과 종점간 통신성능을 측정하였다. 측정 결과 최대 53.1Mbps에서 최소 51.6Mbps의 성능을 나타내고 있다.

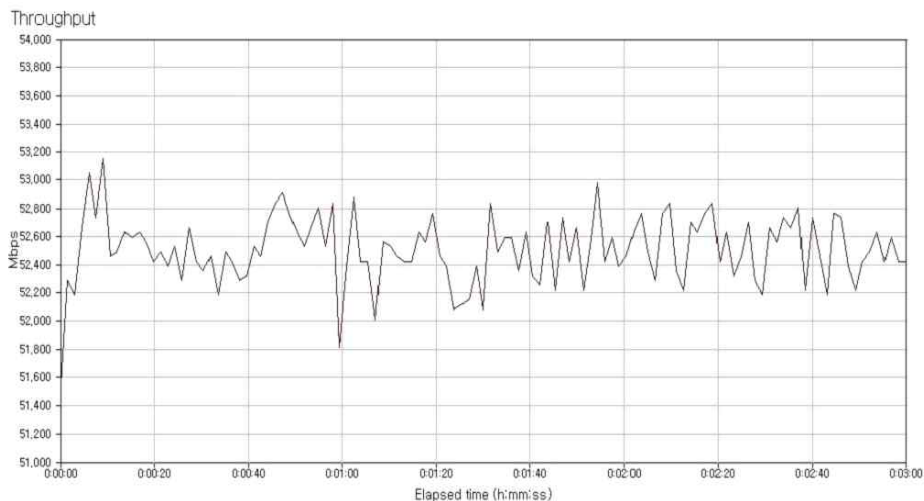


그림 4 백홀 통신 속도 성능

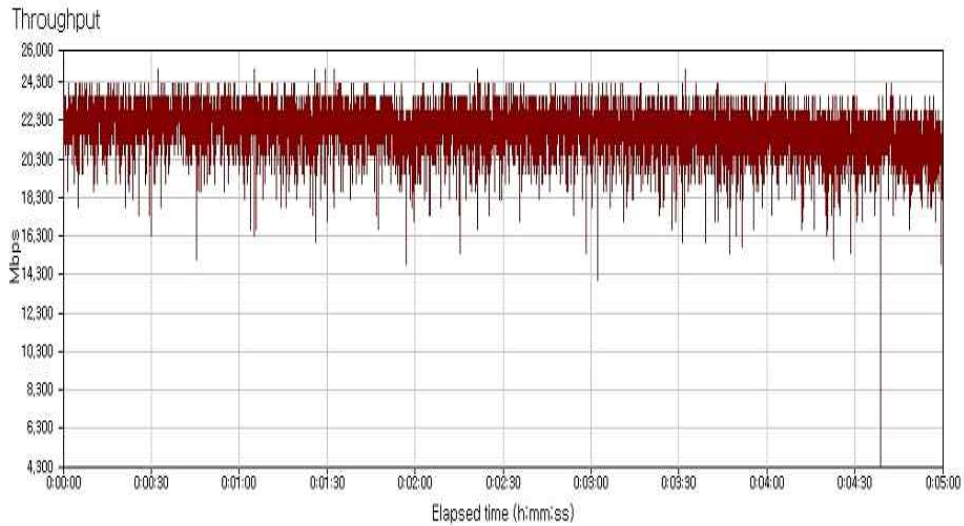


그림 5 지-차상간 통신성능

지-차상간 통신성능 측정은 백홀 1번 무선AP를 시작점으로 설정하고, 차상 AP를 끝점으로 각각 설정하였다. 지-차상간 통신성능 측정시 차량 속도는 약 50km/h로 운행하였다. 측정 결과 그림 5와 같이 약 21Mbps 성능이 나타났다.

한편, 일로역의 관제사무실에 설치되어 있는 영상모니터링 서버를 통해, 선로의 16개 CCTV를 2Mbps 영상 정보량으로 설정하고, 이들을 표출하도록 하였다. 표출된 16개 화면은 끊김 없이 잘 표출되었다. CCTV영상은 지속적으로 24시간 모니터링 하고 있는 상황이며, 안개가 많은 기상상태에서도 양호한 영상 표출이 되고 있다. 한편 지-차상간 무선통신의 주관적 평가는 차상에 설치된 PC를 통해 인터넷 검색 서비스와, 동영상 스트리밍 서비스를 이용해본 결과 통신 불량에 따른 끊김 현상은 발생되지 않았다.

## 5. 결론

차세대전동차 대불시험선은 광통신망과 무선통신망으로 복합적으로 설치되었다. 광통신망은 시험시 발생하는 정보와 차량운행의 안전을 위한 다양한 정보를 효율적으로 관제사무실에 전송할 수 있도록 하였으며, 시험선 무선백홀망은 시험선에서 추가로 설치될 수 있는 다양한 환경에 적용 가능하도록 무선통신망으로 구성하였다. 또한 무선통신망은 지-차상간 무선통신에도 사용되기 때문에 무선통신망간 간섭을 피하기 위해 백홀망은 5.6Ghz를 사용하고 지-차상간 무선통신은 2.4GHz를 사용하였다. 무선통신망 구축 후 성능시험결과 백홀에서 약 50Mbps이상, 차-지상간에 20Mbps 이상을 얻었다. 하지만 기상변화와 차량 속도 향상에 따른 통신 성능 변화를 지속적으로 측정하여 안전한 통신 환경 유지를 위한 노력이 필요하다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 차세대첨단도시철도시스템 기술개발사업의 연구비지원(05첨단철도 A01-01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Pil-sang Byun, Min-su Kang, Yeoun-sik Park, "Harbor management network using wireless-Lan," J. Ins. Marine Industry, vol. 17, pp. 71-74, 2004
2. Si Young Lee, Il-Ung Chung and Sang Kook Kim, "A Study on Establishment of the Optimum Mountain Meteorological Observation Network system for forest fire prevention," Korean Journal of Agricultural and

Forest Meteorology, vol 8, No. 1, pp. 36-44, 2006

3. Tae-Kyung Cho, "Mobile Terminal location based bandwidth allocation scheme in wireless network," 상명대학교 공학기술연구소 공학기술연구, No. 1, pp.1-11, 2004
4. 김길동 외, 차세대 첨단 도시철도시스템 기술개발사업3차년도 연구보고서(I), pp764-779, 2008