

역간 네트워크 신호제어시스템 구축 방안

조봉관, 황현철, 류상환, 조홍식
한국철도기술연구원

Development of railway signaling system based on network technology

B. K. Cho, H. C. Hwang, S. H. Ryu, H. S. Cho
Korea Railroad Research Institute

Abstract - Much signaling equipments are installed along railway tracks, and these are working in cooperation with each other, referring to other signaling equipment status. Existing railway signaling system uses signal cables to transmit this information. This system requires high cost for construction and have the problems like many faults from mistakes in cable connection, etc. To solve these problems, JREast Inc. has developed a new signaling system based on network technology, utilizing Ethernet-Passive Optical Network(E-PON). In this paper, we review the system proposed by JREast Inc. and field test results performed on railway.

1. 서 론

역 중에는 폐색신호기, 궤도회로, ATS-P, ATS-S 등의 신호설비가 있다. 이들 신호설비는 각각의 기능별로 설비가 나뉘어져 있는데, 주로 릴레이결선에 의한 논리를 구축하고 조건을 주고받는다. 현재 일반적인 역중간 신호설비는 그림 1과 같으며 아래와 같은 해결해야 할 문제가 있다.

- 1중계설비 (장치고장 시의 백업이 없다)
- 복잡한 릴레이결선논리 및 과도한 배선작업
- 유지보수 및 고장정보가 불충분

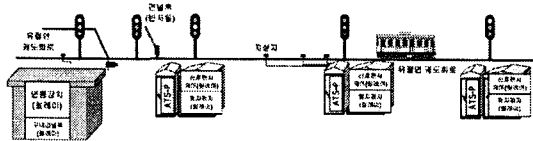


그림 1. 현재 역중간 신호설비

일본 중앙선 기본구조개량(1)에서는 종래의 현장설비를 기기실내에 집중하고 케이블에 의해 신호설비를 제어함으로써 상기의 과제를 해결하고자 했다. 그러나 논리부분은 집중할 수 있었지만 광대한 양의 케이블을 포설하고 관리해야만 하는 문제가 있다. 따라서, 역중간 네트워크 신호제어시스템에서는 케이블·배선작업의 절감, 역중간 설비의 고기능화를 목적으로 개발을 진행하고 있다.

1) 일본 중앙선(中央線)의 설비 고신뢰도화, 수송영향의 최소화를 목적으로 신호설비를 개량한 프로젝트

2. 본 론

2.1 개발 스케줄

본 시스템의 개발 스케줄은 2005년도 초반부터 사양검토를 개시하고, 2006년 8월부터 조반쾌속선 기타코가네역 부근에서 개발품의 현장시험을 하였고, 현재도 진행중에 있다. 금후는 실용화를 위해 안정수송의 확보, 보수성·시공성의 향상을 목적으로 한 개량개발을 진행할 계획이다.

2.2 역중간네트워크 신호제어시스템

역중간네트워크 신호제어시스템은 역중간논리장치(이하, 중간LC : Logical Controller), 역중간소형제어단말(이하, 중간FC : Field Controller), 광네트워크 및 원격감시제어시스템으로 구성된다. 각 장치 간을 광네트워크로 접속함으로써, 신호기기설과 현장장치 간에 팽대한 양의 케이블을 포설하지 않고 시스템을 구성할 수 있다. 또한 광네트워크를 포함해서 이중계로 구성하고 있어, 중앙선 기본구조개량에 비해 신뢰성 향상을 지향하고 있다.

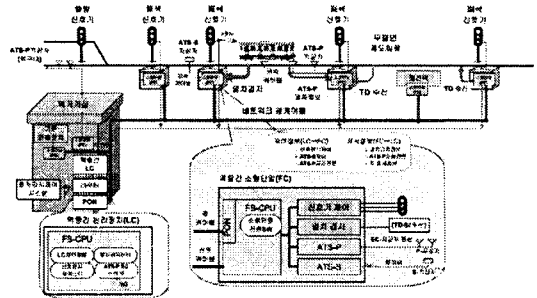


그림 2. 역중간 네트워크 신호제어시스템 구성

2.2.1 중간 LC

중간LC는 역중간의 신호기기의 제어논리를 집약한 장치로서, 역신호기기실에 설치한다. 중간 FC와 연동장치에서 얻은 정보에 의해 논리처리를 하고, 광네트워크를 거쳐서 중간FC를 제어한다. 중간LC의 주된 기능은 궤도회로의 동작·낙하, 전방신호기의 현시내용 및 ATS-P로부터의 현시 정보 등으로부터 폐색신호기, 중계신호기, 진로예고기의 현시와 ATS-P의 전문(電文)정보를 결정하는 것이다. 폐일제이프 처리장치를 사용한 이중계의 제어장치로 구성되며, 가동률의 향상을 도모한다.

2.2.2 중간 FC

중간FC는 중간LC보다 광네트워크를 통해 전송된 제어정보를 전기신호로 변환하여 신호기, 궤도회로, ATS-P, ATS-S를 제어하는 장치로서, 폐색신호기마다 설치한다. 궤도회로의 감지정보 등은 전기신호에서 광신호로 변환하고, 중간LC에 표시정보로 전송한다. 역 구내 네트워크 신호제어시스템에서는 신호장치 각각에 FC가 설치되어 있지만, 역중간네트워크 신호제어시스템에서는 각 폐색신호기 설비를 일괄로 신호설비를 제어한다. 또한, 중간LC와 마찬가지로 이중계로 구성하여 가동률의 향상을 도모한다.

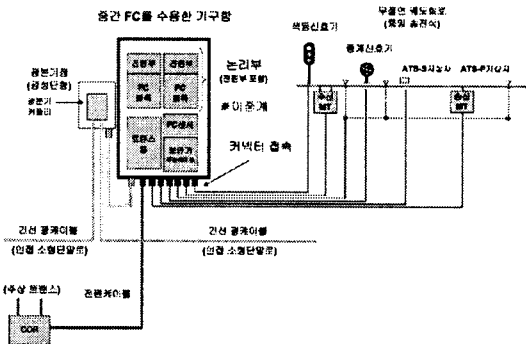


그림 3. 중간 FC 케이블 접속도

2.2.3 광네트워크

각 장치 간은 광케이블로 접속하여 케이블의 절감도 도모하였다. 중간 LC와 중간 FC 간의 정보전송방식은 FTTH(Fiber To The Home)에서 채용하고 있는 범용 기술인 PON(Passive Optical Network) 방식을 채용하고 있다. PON은 시분할다중방식에 의해 심선을 절감할 수 있다는 장점과, 광케이블을 커플러에 의해 무전원으로 복수 분기할 수 있다는 장점 등에서 신호제어시스템의 네트워크구축에 적합하다. 기기실에 PON 메인국(모국)을 설치하고, 현장의 FC기구상자에 PON 보조국(자국)을 수용하여 기기실과 중간 FC의 정보를 전송한다.

2.2.4 원격감시제어시스템

원격감시제어시스템은 기기실과 동등한 감시정보를 지령, 기술센터, 유지보수센터 등으로부터 원격으로 얻을 수 있는 것과 함께 지령으로 장애복구를 위한 장치 리셋 조작이 가능하도록 하였다.

원격감시제어시스템은 중간 LC마다 통합된 원격감시서버와 원격제어서버 및 원격감시제어단말로 구성된다. 원격제어서버는 중간 LC와 중간 FC의 리셋 등의 원격제어기능을 1대에 집약했다. 또한 원격감시서버는 각 제어장치, 네트워크 감시기능과 동작이력누적기능을 1대에 집약했다. 원격감시제어단말은 원격감시서버, 원격제어서버와 접속하여 각 장치의 원격제어, 각 장치로부터의 각종 정보·상태감시정보의 표시, 동작이력의 취득이 가능하다.

2.2.5 가동률

본 시스템에서는 전자기기인 중간FC를 철도연선환경하에 설치하기 때문에 가동률이 저하되지 않도록 전송경로도 포함해서 완전한 이중계 시스템으로 구성되어 있다. 또한, 종래 복선의 기기로 실시하고 있던 여러 가지 논리를 하나의 기기로 집약했다는 점에 의해, 본 시스템의 고장률은 $10^{-6}/h$ (약 100년에 한 번) 정도로 상정한다. 이는 개별 신호설비를 기기실에 집약하여 금속케이블로 이중계 제어를 하는 기존의 기본구조 개량방식의 시스템보다 낮은 수치로서 본 시스템은 종래 시스템보다 높은 가동률을 기대할 수 있다.

2.3 현장시험

시험제작한 역중간네트워크 신호제어시스템을 일본의 조반패속선 기타코가네역 부근의 역중간(마바시-기타카시와역 간)에 설치하여 현장시험을 실시하고 있다. 현장시험에서는 시스템의 제어성능, 전송성능의 평가, 현장환경에서의 장기간 가동에 의한 신뢰성, 내환경성능의 평가를 실시했다. 현장시험은 단계적으로 실시하여, 2006년 8월부터 중간 FC 단품의 내환경시험, 2006년 11월부터 중간 LC, 중간 FC, 원격감시제어시스템 모두를 접속하여 기능확인 시험을 실시하였다.

2.3.1 시험구성

현장시험에서 중간 LC는 두 곳의 제작사에서 개발하여, 각각을 설치했다. 중간 FC는 총 5개소의 폐색신호기 옆에 설치했다. 또한, 현용 연동장치에서 장내신호기의 현시정보를 입력하기 때문에 기타코가네 기기실에 연동인터페이스용 중간 FC를 설치했다. 원격감시제어시스템은 기타코가네 구기기실에 설치했다. 광케이블에 의해 네트워크를 구성하고, 중간신호설비(폐색신호기, 중계신호기, 궤도회로, ATS-P, ATS-S, 진로예고)를 중간 FC에서 제어하여 현장시험을 실시하였다.

2.3.2 현장시험 비교검증

역중간네트워크 신호제어시스템의 타당성을 검증하기 위해 제어타이밍·제어논리에 대해 현용장치와의 비교 시험을 실시했다. 현용신호기로부터의 동작정보(릴레이접점)와 역중간네트워크 신호제어기기로부터의 제어·현시정보를 현장시험용 비교장치에 입력하여 검증했다.

2.3.3 환경시험

전자기기를 선로근방에 설치한다는 점에서 당초부터 기기의 동작환경시험을 중요과제로 삼고, 그 대책을 검토해왔다. 기본적인 사고는, 최소한으로 해결해야 하는 환경조건으로서 종래의 신호기기에 적용되고 있는 JIS규격을 준용한 값을 정하여 이에 따라서 중간FC를 설계했다. 환경시험은 공장 내의 시험 장소를 이용한 기능확인 시험 외에, 현장시험에서 각종 환경데이터를 측정했다. 온도 대책에 대해서는, 방열구조를 포함하여 FC기구상자의 구조를 개량했다.

2.3.4 검증 결과

현장시험의 평가항목은 신뢰성 평가와 기능평가로 실

시켰다. 또한, 현장시험구간의 열차 수는 상하선 각각 1일 당 약 200대이다. 신뢰성평가는 장치고장발생의 유무에 대해 검증했다. 각 장치에서 발생한 고장에 대해서는 원인을 명확화한 후에 대책을 실시하고, 그 후 순조롭게 가동하였다. 또한 현지의 온도·소음 등의 외부환경요인에 의한 이상이 발생하지 않았는지 검증했다. 하절기의 온도, 전자노이즈 등 외부적인 요인에 의한 중간FC의 기기정지 등의 이상은 발생하지 않았다. 기능평가는 무절연궤도회로에 대해서는 성능을 확인하여 열차검지성능 기준을 만족함을 확인했다. ATS-P에 대해서는 지상전문(電文)생성 및 차상전문수신, 현시업기능 등에 대해 현행 ATS-P와 합치하는 것을 확인했다.

신호현시제어, 범용출력 등에 대해서는, 현행의 제어와 일치하는 것을 확인할 수 있었다. 궤도회로의 동작·낙하의 타이밍 등 일부차이사항(事象)이 확인되었지만, 이는 궤도회로에서 현용설비가 유절연인데 대해, 본 시스템에서는 무절연으로 구성하기 때문에 열차검지에 차이가 발생한 것이 원인이었다. 모두 원인이 판명되어 중간LC의 논리처리에는 문제가 없다는 것을 확인할 수 있었다. 전송계에 대해서는 네트워크기기의 에러가 발생하지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

3. 결 론

JR 동일본에서 개발중인 역중간 네트워크 신호제어시스템의 개발 현황과 현재 실시 중인 현장시험에 대해 조사분석하였다. 현재, JR동일본에서는 실용화를 위해 안정수송의 확보, 보수성·시공성의 향상 도모를 목적으로 한 개량개발을 실시하고 있다.

네트워크 기반의 신호제어시스템에서는 시스템의 확장성·유연성의 확보와 내환경성 등에 대한 기대효과도 크기 때문에 국내에서도 이에 대한 연구가 시급하며 국내 신호시스템에 부합되게 개발을 위한 노력이 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] Y.Hirano, et.al, "Development of Railway Signaling System based on Network Technology", Proc. of IEEE SMC, Oct. 2005
- [2] 國藤隆, 樋浦昇, "네트워크신호제어시스템의 개발", JREA, Vol.5, pp.30839~30842, 2005