

사고현장과 사령실간 화상전송기술에 관한 연구(Ⅱ)

A study on the moving picture transmission method between the accident sites and control center(Ⅱ)

장석각 조봉관**
Chang, Seok-Gahk Cho, Bong-Kwan

Abstract

This study is represented a method to give connect to optical cable from accident site and reviewed the method to transmission a moving image to control centre by real time, following the study of image transmission method in copper cable section where is a main line of railroad communication.

Concept of network is studied to use cable and equipment effectively, and it's also reviewed technology of digital image transmission system and image evaluation methods, in spite of the pixel of camera and monitor resolution determine quality of image when moving image transferring by point to point.

In addition, this study is reviewed checks and considerations of image transmission equipment (codec) with various transmission methods in room test, and then examined and analyzed wire/wireless combined transmission methods at wayside.

1. 서론

철도통신의 주 선로인 동케이블 구간에서 화상전송방안에 대한 일차 연구에 이어, 이번 연구는 초고속 광통신망 구축계획에 따라 향후 통신선로의 주류를 이루게 될 광케이블 구간에서 사고현장의 동영상을 실시간으로 사령실에 전송하는 방안에 대해 검토하고 현장에서 광케이블에 접속할 수 있는 방안을 제시하였다.

동영상을 Point-to-point로 전송할 때는 카메라의 화소와 모니터의 해상도에 따라 영상의 품질이 결정되기 때문에 중간의 전송매체에 의존도가 높지 않지만, 전송매체인 케이블이나 통신 인프라를 효율적으로 사용하기 위한 네트워크 시스템을 검토하고, 디지털 화상전송장비의 기술과 화상평가방안을 검토하였다.

또한, 다양한 전송방법에 따른 화상전송장비(코덱장비 등)를 일차 실내시험을 통하여 시스템 구성 및 고려사항을 점검하고, 이어서 철도현장에서 유무선 복합 전송방식에 대하여 시험 및 분석을 하였다.

* 한국철도기술연구원, 철도신호통신연구팀, 책임연구원

** 한국철도기술연구원, 철도신호통신연구팀, 주임연구원

2. 철도의 통신망

철도 광통신선로의 경우 1989년 경부 CTC설비에 광케이블을 사용하기 시작하였으며 현재는 유·무선 통합 멀티미디어 통신서비스를 제공하기 위해 전국 철도를 환형의 광통신망으로 구축하는 사업을 진행 중이다.

특히, '철도 초고속 광통신망 2단계 사업'의 일환으로 올해 추진되는 프로젝트는 2.5Gbps급과 155Mbps급 동기식 디지털 광전송망을 구축하여 전국의 다양한 철도통신망을 통합하고, 향후 고밀도파장분할다중화(DWDM) 방식의 10Gbps 기간망과의 연계도 가능하도록 함으로써 망의 확장성과 안정성을 확보하여 데이터 음성 제어신호 등을 안정적으로 신속 정확하게 전송하려 한다.

전송설비는 1960년대까지의 나반송에서 1971년 FDM의 4Kbps 아날로그 전송에서 1987년 PCM의 T1, E1급 디지털 전송을 거쳐 1989년 광단국 설비를 통하여 155Mbps에서 수십Gbps 초고속, 대용량 전송서비스를 제공하고 있다.

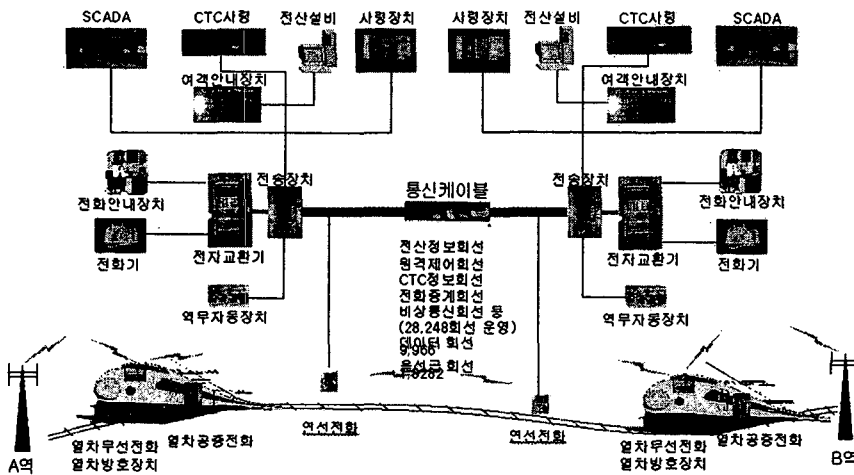


그림 1 철도 정보통신시설 현황

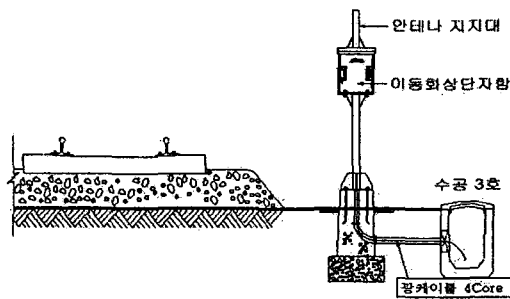
전화교환설비의 경우에도 1950년대 자석, 공전식에서 시작하여 1961년 자동기계식 설비, 1983년 반전자식 아날로그방식, 1989년 전전자식 디지털방식을 거쳐 비동기식 전송방식(ATM)으로 발전했다. 특히, 1998년에는 청사대전이전에 따라 서울중심의 철도교환망을 대전으로 재구성하였다.

열차무선설비의 경우 1969년 경부선, 호남선에 VHF 초단파 광대역 음성서비스를 시작으로 1972년 터널 난청 해소용 터널무선중계장치, 1993년 열차내 이동무선 공중전화 설치, 1999년 열차무선 방호장치(421대), VHF 초단파 협대역화 사업을 거쳐 향후에는 광전송로와 결합된 유·무선 통합 방식의 서비스 제공을 계획하고 있다.

3. 영상전송시스템

영상을 전송하기 위해 유선이나 무선 어떤 전송방식이든 현장의 영상을 가장 가까운 광케이블에 신속하게 접속하는 방안이 중요하다. 맨홀 안의 접속함내의 분배함에 접속하는 방안은 접근 및 접속하는데 소요 시간이 많이 걸려 맨홀 외부에 광단자함을 설치하여 망구축 시간을 단축하는 방안을 검토하였다. 전송방식은 무선 전송시 장애물로 가시거리(LOS) 확보가 어려운 지역과 전차선 등의 전파음영지역에서도 전송할 수 있도록 광케이블 포설 등 어려움이 따르지만 안정적인 유선 방식으로 전송할 수 있는 유무선 복합방식을 고려하여 검토하였다.

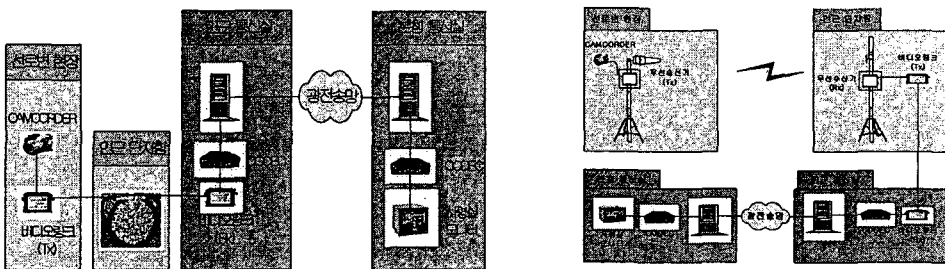
가. 광케이블 접속방안



나. 전송방식별 손실 검토

(1) 유선방식

전송환경으로 역간 최대거리는 20km로 접속 개소는 1km마다 광단자함을 설치하고 광 Link 장비 수신특성은 17dB(SM)이다. 이때 광케이블 전송손실은 2.5dB(10km X 0.25dB) 용착 접속손실은 2dB(0.1dB X 20개소) 커넥터 접속손실은 5dB(0.5dB X 10개소)로 총손실은 9.5dB로 고려하였다.



(2) 무선방식

무선구간(자유공간) 전송손실은 현장시험 구성(안)에서 유·무선 복합 방식으로 전송시 무선 구간(LOS : 가시권이 확보된 상태)은 송신기의 송신전력이 70mW(약 18dBm)이고, 1Km 이격된 수신기의 수신전력은 Friis 자유공간손실공식을 적용하면 약 -64dBm이다. 검토한 장비의 수신감도는 약 -84dBm이므로 이론상 충분히 영상 수신이 가능하다.

· 무선구간 : Friis의 자유공간 손실 공식

$$Pr = \left(\frac{K}{4\pi R} \right)^2 \times Gt \times Gr \times Pt$$

Pr : 수신전력[W], K : 이용파장(c/f)[m], R : 송·수신점간의 거리,

Gt : 송신안테나의 전력이득[dB], Gr : 수신안테나의 전력이득[dB],

Pt : 송신전력[W]

$$\text{수신감도(dBm)} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{\text{수신전력[mW]}}{1[\text{mW}]} \right)$$

4. 철도영상 전송시험

가 시험개요

시험은 전송장비 및 전송방식별로 실내시험을 토대로 전차선구간 및 비전철 구간등 다양하게 진행하였으나 종합적으로 유무선 복합방식시험을 시험한 결과에 대하여 기술한다. 현장은 광케이블 중간접속이 가능한 홍국사역 단자함에서 덕양역 광단국 장비를 경유 사고현장의 동영상을 실시간으로 순천지역 통신실로 전송하는 시험을 실시하였다.

나 시험소요장비

구분	단위	수량	용도	비고
MTVS	셋	2	화상촬영/전송	현장전원:발전기
광전송장치	개	2	광변환장치	
광케이블	m	1,000	연장케이블	릴
OTDR	대	1	광접속 손실측정	
카메라	대	2	촬영	캠코더 1대/CCD 1대
라우터	대	2	경로설정	
CSU	대	2	채널서비스(디지털화)	
노트북	대	2	모니터	
무선LAN AP	대	2	무선구간전송	
스위치허브	대	2	단말기간 집선장치	

다. 영상전송 시험 내용(무선-예비 광케이블-E1전송로)

홍국사역 현장에서 무선으로 홍국사역 단자함까지(약1Km) 영상을 전송한 후 약 5Km 예비 광케이블을 경유 덕양역 내의 광전송장치에 전송한 후 E1라인을 통해 순천역 통신실에서 PC(노트북#3)로 모니터링을 하며 전 구간 선로 트래픽을 측정하였다. 영상전송장치(MTVS)의 전송속도를 300Kbps, 600Kbps, 1200Kbps의 순서로 설정 변경하며 각각의 영상을 저장하고 화질점사는 노

트북에 설치된 화질분석 프로그램인 "MPEG Analyzer for MPEG Video stream"을 이용하여 분석하며 회선검사는 전용회선의 경우 노트북에 설치된 "Sniffer Network Analyzer"를 이용하여 분석하고 무선구간의 경우에는 "AP Manager"를 이용하여 분석하였다.

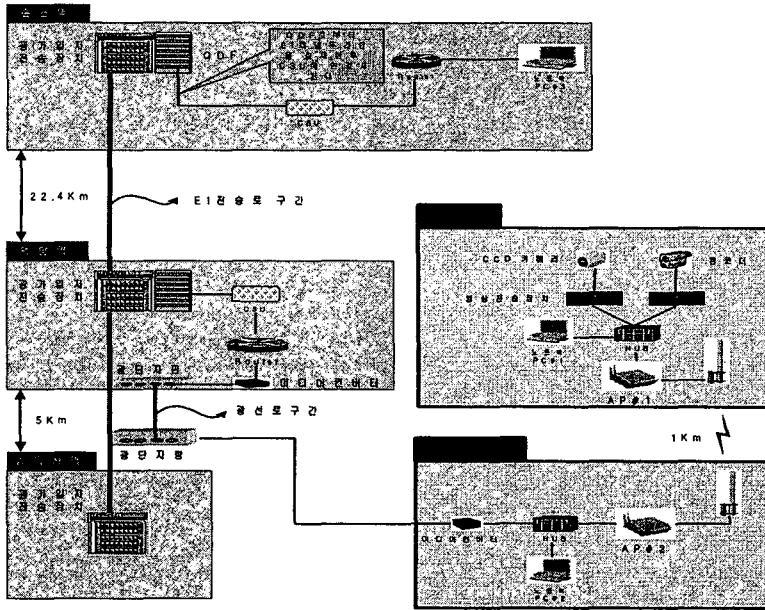


그림 2 현장시험 구성도

라. 영상전송 분석내용

순천지구(순천-덕양-홍곡사)에서 동영상 전송시험 및 광케이블의 광손실 측정을 하였으며 시험결과 동영상에 대한 화질은 육안으로 평가하였으며 전송된 영상은 노트북에 저장하였다. 시험을 통해 현장에서 검토된 주요 내용은 다음과 같다.

- 1) 병목 구간이라 할 수 있는 E1 전송로는 카메라 3대까지 600Kbps로 전송이 가능하며 음성을 포함(IP Phone이용)하여 전송이 가능하다.
- 2) 현장 구축용 영상 전송장비는 배터리 포함해서 휴대용으로 간편히 사용할 수 있도록 재구성이 필요하다.
- 3) 무선구간의 회선개통시간을 단축하기 위해 무지향성 안테나를 사용하는 것이 바람직하며 가시권을 확보하는 것이 중요하다.
- 4) 현장에 설치되기 때문에 이동성과 설치거리, 긴급성을 고려하여 단말 장비는 소형, 경량화 시켜야 하며, 구현시에는 부피가 크고 무거운 설비는 거점의 통신실에 설치하고 가급적 현장 설비의 부담을 줄이는 방향으로 설계하여야 한다.
- 5) 선로변의 사고현장과 사령실간에 영상뿐만 아니라 쌍방향 음성통화가 가능하도록 전송설비

를 구현하여야 효율적인 복구가 가능할 것이다.

- 6) 전송 장애 시를 고려하여 구간구간 확인할 수 있는 절차와 장비를 구비하여야 한다.
- 7) 역간의 상시 사고복구용 전송로(광 2코어)의 개통상황을 확인할 수 있는 통신회선 검사방법을 제시하여야 한다.

구분 전송로	구축장비	현장측정	영상전송능력 (카메라 동시 전송수)		
			최대전송속도(Mbps)	환경속도(Mbps)	300(Kbps)
무선구간(1Km)	7.6	4.6	15	7	3
광구간(5Km)	100	48.3	161	80	40
E1구간(23Km)	2	1.94	6	3	1

5. 결론

비상 상황시 현장에서 동영상을 사령실로 전송하기 위해서는 역간의 통신로에 화상전송단말이 쉽게 접근하여 설치 사용할 수 있는지가 중요하다. 철도청 초고속 광 통신망 구축 계획에 따라 역간에 사고복구용 화상전송선로로 계획된 광케이블 2Core를 이용하여 전송하는 시스템에 대해 연구하였다.

우선, 역간 1Km단위로 맨홀 내에 용착 접속된 광케이블에 화상전송단말 장비의 접속이 용이하게 하는 입상방안에 대해 광단자함의 외형, 광커넥터 특성, 광선로 손실 등 다각도의 측면에서 검토하였다. 그리고, 역간의 광 단자함에서 사고현장까지 최대 약 500m 거리에 대해 통신로를 확보하는 방안으로 휴대용 광 릴과 무선 LAN기술을 검토하였고, 다양한 전송 시스템 중 실내시험을 한 후 4장에서 언급한 시험장비로 현장 시험을 실시하여 육안으로 전송되는 동영상이 양호함을 확인하였다. 유·무선 방안에 대해 검토한 결과, 현장과 광단자함 사이 무선 LAN을 사용할 경우, 가시권(LOS)의 확보와 송·수신안테나간 무선 개통 지연시간 및 전차선 환경 하에서의 화질저하 등의 문제가 있어서 유선을 우선 개통하고, 가시권이 확보되는 경우 무선으로 구축하도록 하여 최종적으로는 휴대가 간편한 단말장비로 유·무선을 통합한 방식으로 전송하는 방안을 제안하였다.

앞으로 전지역에 산재된 통신실에서 사령실까지 전송하는 방법에 대해 광단국 인터페이스방안과 화상전송용 광네트워크 방식 각각의 구현방법에 대해 검토하고자 한다. 또한, 다양한 전송장비, 및 화상전송 솔루션에 대해 객관적으로 성능을 평가할 수 있는 성능평가 방안과 화질평가기법에 대해 연구하고자 한다.

참고문헌

1. 장석각, 조봉관, “사고현장과 사령실간 단말화상설비 개발에 관한 연구”, 1차년도 연구보고서, 한국철도기술연구원, 2002.
2. 조봉관, “VHF 열차무선시스템의 개량방안에 관한 연구”, 대한전기학회, 춘계학술대회, 439-442, 2001.