

철도현장의 영상전송을 위한 광전송로 인터페이스 방안에 관한 연구

조봉관, 장석각, 최규형
한국철도기술연구원

A study on the moving picture transmission method by railway fiber optic cable

B. K. Cho, S. G. Chang, G. H. Choi
KARI

Abstract - Compared with other transport means, safety and timeliness are the merits of railways. Unexpectedly when accident happens, much time and human strength are required to cope with the accident. And for swift recovery, systematic rehabilitation is needed. Recently using MTS(Moving picture Transmission System), we can perform accident rehabilitation and recording work efficiently. MTS is the device that transmits continuous picture information from accident field to control center. We are developing the appropriate system to railway situation to make use of the existing information communication technology, processing technology of video-tex, super high speed transmission technology through fiber-optic, copper cable and network description of information Technology, etc. If these communication-based can technologies are applied to railway system, railway managers can control the accident by inspecting the picture of accident field and can contribute to the safe train operation and the improvement of railway management.

In this paper, we investigate the connecting methods when optical fiber is used for moving picture data transmission of train accidents, and its problems. And, we validate MTS's performance through about 28km section of field test.

1. 서 론

철도는 대량의 승객과 화물을 수송하는 중요한 역할을 담당하며 철도에서 발생하는 사고는 인명과 관련되며 긴급한 복구가 요구된다. 따라서, 사고상황의 정확한 동영상 정보를 사령실로 전송하기 위한 화상전송시스템의 구축이 시급하다. 또한, 현장에서 영상정보를 연구내의 통신실까지 송신하기 위한 전송선로의 확보가 필요하다.

통신인프라로 전국적으로 동케이블이 가장 널리 보급되어 있으며 역간 500m 마다 연선전화 단자함을 설치되어 현장에서 SDSL 모뎀을 사용하여 접속이 용이하다. 그러나, 모뎀의 특성상 전송거리가 멀어지면 성능이 저하되며 중계기를 사용해야한다.

따라서, 본 연구에서는 무중계로 장거리 전송이 가능한 광전송로를 이용한 영상전송방안과 현장에서 광케이블 접속시에 고려해야하는 문제점과 해결방안에 대해 검토하였다. 또한, 현장시험을 통하여 광케이블 접속손실 및 영상품질특성을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 철도통신설비

일반적으로 철도에서 운영하는 정보통신설비는 철도전화, 전산설비, 전력감시용 SCADA, CTC(Centralized Traffic Control) 및 열차무선전화 등의 다양한 통신설비를 구축하여 서비스를 제공하고 있다. 또한, 각각의 장치별

로 별도의 회선을 구축하고 있으며 각각의 회선은 통신기계실 다중화장치를 거쳐 광통신 백본망에 연결되어 있다. 통신선로의 경우, 기존에 구축된 동케이블과 광케이블이 주류를 이루고 있으며 동케이블은 동영상전송에 여러 가지 제약조건이 있다.

광통신선로의 경우 1989년 경부선 CTC설비에 일부 사용하기 시작하여 최근에는 “철도 초고속 정보통신망 구축사업”에 의해 광케이블 구간을 2005년까지 1,386km 증설하고 주요 거점간의 광단국 설비도 442대 도입할 예정이다. 특히, 광케이블은 그림 1과 같이 24(or 48)core를 사용하며 약 1km 간격으로 접속하여 철도네트워크를 환형으로 구축하고 있다.

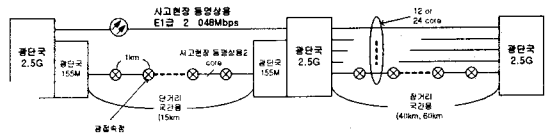


그림 1 철도청 광전송망 구성

2.2 광전송로 인터페이스

선로변에서 사고현장의 동영상을 신속하고 용이하게 전송하기 위해서는 선로변에 입상형의 광단자함을 설치하여 단말장치와 광커넥터의 형태로 접속하는 방안이 있다. 이를 위해서 광케이블 포설공사 단계에서 약 1km 간격으로 맨홀내 용착 접속 예정인 광코어중에 2코어를 입상하고 광단자함을 설치, 광커넥터로 연결하여 필요시 광커넥터 접속을 통하여 연결한다. 이때 검토해야 할 사항은 광케이블의 접속손실을 고려해야한다.

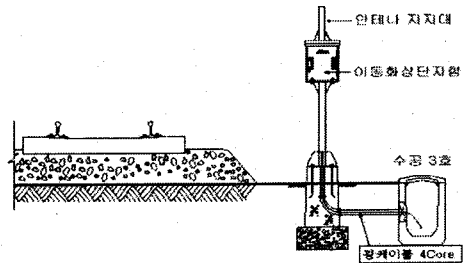


그림 2 광단자함 설치 방안

광케이블 입상시에 고려하여야 할 사항과 실내시험을 통하여 광케이블 접속시 발생하는 손실이 허용손실범위를 만족하는지를 검토한다.

2.2.1 광케이블 입상시 고려 사항

선로변에 광단자함을 설치전에 다음과 같은 광손실, 광커넥터 사양 등을 충분히 고려하여야 한다.

가. 접속손실

역간에 포설된 광케이블에서 사고현장 화상전송용 광전송로의 경우 광단국간을 연결하는 광케이블(24 or 48core)중에 2core를 지상으로 인출하고 광커넥터를 사용하여 접속되어 있기 때문에 기존의 광용과 접속손실이 외에 커넥터접속손실이 발생한다.

그리고, 선구마다 역간 거리와 인출하는 접속개소의 수량이 상이하기 때문에 단국간의 중계거리를 산출시에는 이러한 접속손실을 고려하여 산출하여야 할 것이다.

또한, 접속개소의 커넥터부 결합불량으로 발생하는 광전송로 단절을 예방하기 위해 커넥터부의 선택시에는 반복결합특성을 충분히 고려하여 한다.

나. 광커넥터 사양

사용환경이 실외라는 점을 감안하여 커넥팅된 상태에서 평상시나 외부충격이 가해질 경우 또는 커넥팅작업후에도 접속손실이나 반사손실이 설치초기상태를 유지해야 하며 허용손실이하를 유지하도록 상용화된 광커넥터 사양을 선택하여야 한다.

다. 광단자함 설치방안

광접속부에서 지상으로 인출되는 커넥터를 보관하는 광단자의 경우에는 설치장소가 선로변에 인접하기 때문에 외부로부터 노출되어 있어 시건장치, 방습, 방수, 진동특성, 온도특성을 충분히 고려하여야 하며 외함은 외부 충격으로부터 견딜 수 있는 견고성을 지녀야 한다.

라. 이동용 광릴 사양

선로변 광단자함에 접속하여 단자함과 단자함사이의 화상전송장치의 광전송로를 확보하는 목적으로 사용된다. 따라서, 단자함간의 거리를 고려하여 최소한 단자함 중간 개소까지 릴케이블이 도달할 수 있도록 케이블거리를 선택하여야 하며 설치환경이 선로변이라는 점을 고려하여 인장이나, 외부 충격에 견딜 수 있게 견고한 특성을 가져야 한다. 또한, 이동성이 용이하도록 케이블 중량이나 릴케이블의 중량을 고려하여 선택하여야 한다.

2.2.2 광전송로의 손실시험

이론상으로 산출된 광전송로의 손실을 검증하기 위해 실내에서 1km 더미 광케이블 10개를 사용하여 광케이블 10kg구간을 만들고 각 지점에서 커넥터 접속손실을 측정하고 기준치를 만족하는지 시험하였다. 시험에서 사용한 커넥터는 SC타입의 커넥터를 사용하였으며 OTDR (E6000C)로 손실률을 측정하였다.

표 1 광케이블 접속손실 시험결과

손실	Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
개소당 커넥터 손실		0.279	0.378	0.26	0.068	0.366	0.699	0.204	0.077	0.247	
누적손실		0.367	1.017	1.723	2.351	2.875	3.717	4.896	5.494	6.046	6.586
누적거리		1.122	2.225	3.337	4.44	5.543	6.658	7.763	8.873	9.977	11.078
Km당 손실		0.338	0.336	0.399	0.401	0.37	0.354	0.349	0.529	0.383	0.389
이론상 총손실		총손실 : 17.0dB (용회접속 손실 : 0.15dB × 20개소 = 3dB) (커넥터손실: 1.0dB × 9개소 = 9.0dB, 케이블 손실 0.5dB × 10Km = 5dB)									
OTDR 총손실		6.586dB									

시험결과, 위의 표와 같이 실제 측정된 총손실이 6.586dB로 이론상 허용치(17.0dB)의 범위를 충분히 만족하며 Km당 거리에 따른 손실은 0.336-0.529dB로 기준치(0.5dB)를 초과하는 부분도 발생하였다. 그리고, 각

지점별 커넥터 손실은 0.068-0.699로 편차는 있지만 모두 허용기준치를 만족하였다.



그림 3 광케이블 접속손실시험

2.3 이동형 광전송시스템

광단자함을 광정보 콘센트의 형태로 구축하면 그림 4와 같이 화상전송시스템을 구축할 수 있다. 사고현장측 설비에는 영상전송을 위한 카메라가 엔코더와 연결되어 인터넷폰과 함께 스위칭 허브로 연결되어 있으며 광커넥터를 통하여 이동형 광릴(멀티커넥터 플러그)에 접속하고 있다. 광릴을 통해 보내진 영상, 음성정보는 입상된 광정보 콘센트를 통하여 지역사무소의 영상을 모니터하는 곳으로 전송된다. 또한, 지역사무소의 광단국 회선을 이용하여 사명실까지 전송이 가능하다.

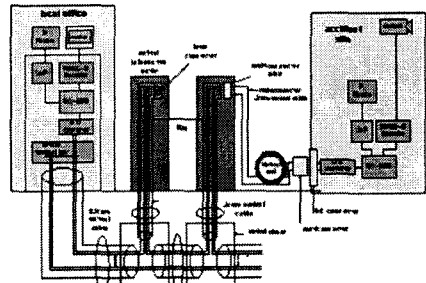


그림 4 이동형 화상전송시스템 구성

2.4 영상전송시험

지금까지 검토된 내용을 토대로 철도현장에서 화상전송시험을 실시하였다. 전송중단은 선로변에서 지역사무소간 약 28km 구간으로 선로변 종단의 무선구간 1km 도 포함하여 전송시험을 실시하였다. 시험구성은 그림 10과 같으며, 시험에 투입된 장비리스트는 표 2와 같다.

본 시험에서는 무선구간(무선 LAN 방식), 광전송구간, E1구간의 각 구간에서 전송되는 화상과 전체구간을 직렬로 연결하여 전송되는 화상을 모니터를 통하여 육안으로 확인하고 무선구간의 링크상태를 AP manager 프로그램으로 분석하였다.

표 2 영상전송시험장비

구분	단위	수량	용도	비고
MTVS	셋	2	화상저장/전송	CODEC
광전변환기	개	2	광변환장치	
광케이블	Km	1	연장케이블	릴타입
OTDR	대	1	광접속 손실측정	
카메라	대	2	촬영	캠코더 / CCD
라우터	대	2	경로설정	
CSU	대	2	채널서비스	
노트북	대	2	모니터	
무선LAN AP	대	2	무선구간전송	
스위칭허브	대	2	단말기간 접속장치	

홍국사역 현장에서 무선으로 홍국사역 단자함까지(약 1Km) 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 화질검사는 노트북에 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.

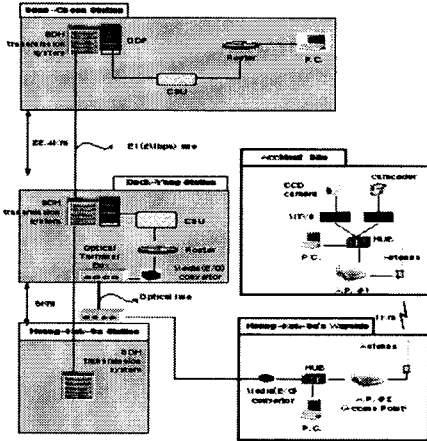


그림 5 영상전송시험 구성

순천역 구내(순천-덕양-홍국사)에서 동영상 전송시험 및 광케이블의 광손실 측정을 하였으며 시험결과 동영상에 대한 화질은 육안으로 평가하였으며 전송된 영상은 노트북에 저장하였다. 현장시험을 통하여 검토된 주요 내용은 다음과 같다.

- 1) 병목 구간이라 할 수 있는 E1전송로는 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 설비의 거점의 통신실에 설치하고 가급적 현장설비의 부담을 줄이는 방향으로 설계하여야 한다.
- 5) 선로변의 사고현장과 사령실간에 영상뿐만 아니라 쌍방향 음성통화가 가능하도록 전송설비를 구현하여야 효율적인 복구가 가능할 것이다.
- 6) 전송 장애시를 고려하여 구간별로 확인할 수 있는 절차와 장비를 구비하여야 한다.
- 7) 역간의 상시 사고복구용 전송로(광 2코어)의 개통 상황을 확인할 수 있는 통신회선 검사방법을 제시하여야 한다.

3. 결 론

철도사고 현장에서 동영상을 사령실로 손쉽게 전송하기 위해서는 역간의 광단자함에 화상전송단말을 광커넥터로 접속하여 사용할 수 있는지가 중요하다.

본 연구에서는 광단자함의 외형, 광커넥터 특성, 광선로 손실 등을 검토하였다.

향후에는 무선브릿지와 적외선 카메라를 이용한 무선 구간 야간 현장시험을 통하여 실효성을 검증하고자 한다. 또한, 다양한 전송장비 및 화상전송 솔루션에 대해 객관적으로 성능을 평가할 수 있는 성능평가 방안과 화질평가 기법에 대해 연구하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 조봉관, "VHF 열차무선시스템의 개량방안에 관한 연구", 대한전기학회, 춘계학술대회, 439~442, 2001
- [2] 장석각, 조봉관, "사고현장과 사령실간 화상전송기술 연구 개발", 연구보고서, 한국철도기술연구원, 2003.7