

철도 사고현장의 동영상 전송방안에 관한 연구

조봉관, 장석각, 류상환
한국철도기술연구원

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

B. K. Cho, S. G. Chang, S. H. Ryu
KRRRI

Abstract - CCTV network has been implemented to transmit the image information of platform, ticket gate and transfer section to local headquarters in the KNR(Korean National Railroad).

But, communication system for transferring image information around accident field or wayside has not been established yet.

thus, at present implementation of communication equipment is necessary for dynamic image of unspecified accident to be transmitted to headquarters. Copper cable communication network is run by KNR, but it is processing installation of optical cable in connection with the implemental plan for high-speed network from now on.

And, the capacity of communication channel will be guaranteed much more than now between station and station, station and central headquarters when optical cable is completed.

This study analyzes the image equipment of field for transmission and estimated matters to transmit image information of accident field to headquarters with using communication infrastructure. And, the study considers implemental method of communication network for long-distance image transmission from dozens to hundreds kilometers.

구간을 2005년까지 1,386km 증설하고 광단국 설비도 442대 도입될 예정이다. 특히, 광케이블은 24core를 사용하며 약 1km 간격으로 접속되어 있다.

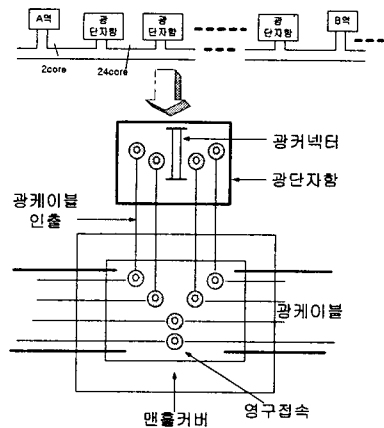


그림 1 광케이블 인출 및 광단자함 내부결선

따라서, 사고현장의 동영상을 원활히 전송하기 위해 24core중에 2core를 1km 간격으로 입상하고 광단자함을 설치하여 철도 현장의 동영상정보전송에 활용하고자 한다. 이때 검토해야할 사항은 광케이블의 접속손실을 고려해야한다.

2.1.2 광전송장치

광전송장치는 1.544Mbps신호(NAS, DS1 또는 T1로 표기), 2.048Mbps(CEPT DS1 또는 E1로 표기) 및 44.736Mbps신호(이하 DS3로 표기)를 다중화하여 155.520Mbps속도로 광전송하고 이의 역기능을 수행하는 단국형과 1.544Mbps, 2.048Mbps신호를 분기/결합 및 다중화하여 155.520Mbps속도로 광전송하고 이의 역기능을 수행하는 환형 분기/결합형 동기식 광전송장치(SMOT-1)에 적용한다.

비동기식 DS1(T1/E1) 및 DS3급신호를 STM-1급 동기식신호로 다중화하여 광전송하고 이를 광수신하여 역다중화하며, 역간 통신실, 교환공간 등에 적용한다.

2.1.2.1 광 송수신 거리

철도에서 사용하는 광전송장치는 광 송수신 거리별로 다음의 4가지 종류로 구분하며 용도에 맞게 사용하고 있다.

- A형 : 장거리 국간용(전송거리 : 약 40km)
- B형 : 단거리 국간용(전송거리 : 약 15km)
- C형 : 국내용(전송거리 : 약 2km)
- D형 : 장거리 국간용(전송거리 : 약 60km)

1. 서 론

철도는 대량의 승객과 화물을 수송하는 중요한 역할을 담당하며 철도에서 발생하는 사고는 인명과 관련된 것이며 긴급한 복구가 요구된다. 따라서, 사고상황의 정확한 동영상 정보를 사령실로 전송하는 화상전송시스템이 필요하며, 이에 따른 통신선로의 확보가 요구된다.

기존 철도통신선로는 지역사무소간에 철도전화, 팩스, 열차운행정보서비스를 위해 사용되었으며 통신선로는 동케이블을 이용하는 것이 일반적이었다. 그러나, 지역사무소간의 대용량 파일전송, 철도종사자의 전자메일, internet 등의 서비스가 요구되고있어 기존 통신인프라의 개량을 필요로 하게 되었다.

단계적으로 철도 초고속망 구축계획에 따라 통신선로의 광케이블화 작업이 진행되고 있으며 철도사고 동영상전송으로 통신선로 2core를 계획하고 있다. 본 연구는 할당된 통신선로를 활용하여 사고현장의 동영상을 전송하기 위해 검토해야할 사항과 시스템구축 및 통신망 구축에 대해 연구한다.

2. 본 론

2.1 철도통신 인프라

2.1.1 광케이블 접속함

철도 초고속 정보통신망 구축 계획에 따라 광케이블

2.1.2.2 중계전송로 설계

철도에서 사용하는 광전송로는 간선철도 선구를 따라 주로 장거리전송에 사용되며 광전송장치의 전송거리를 고려하여 설치된다. 그리고, 광전송장치간 광전송로의 상태에 따라 다음의 손실항목들을 고려하여 최대 중계거리를 산출한다.

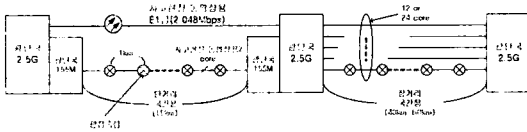


그림 2 철도용 광전송망 구성

(1) 최대 중계거리 산출방식

$$L(km) = \frac{Gs - Me - (nLc + Mc)}{Li + Ls}$$

- n은 광커넥터접속 개소수 (광케이블접속은 매 km로 추정)
- 기존케이블 포설구간은 케이블의 손실을 실측하여 케이블 손실에 반영

(2) 최대 중계거리 예측 : 광섬유 케이블손실은 A등급의 90% 적용, Error Free기준시 약 40km적용

(3) 광 손실 및 배분기준 : 해당구간의 중계거리를 감안하여 허용 광손실을 만족할 수 있는 등급으로 설계

- (가) 시스템이득(Gs) : error free 기준시 34.0dBm (SM LD)
 - (나) 장치 마진(Me) : 2dB
 - (다) 커넥터 손실(Lc) : 1dB 이하/개소당
 - (라) 케이블 운용마진(Mc) : 2dB
 - (마) 접속손실(Ls) : 0.15dB/개소
 - (바) 광케이블 손실(Li) : 0.5dB/km
- (4) 서비스 전송대역 : 155.520Mbps 광전송장치가 서비스하는 내역은 DS1(T1/E1), DS3
- (5) 최대 허용거리(155.520Mbps 광전송장치)
- (가) 광파장 1310nm일 경우에는 40km
 - (나) 광파장 1550nm일 경우에는 60km이내

2.2 광전송로 손실 검토

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

2.2.1 광케이블 입상시 고려 사항

화상전송시스템에서 전송로로서 요구되는 철도 광케이블의 인프라와의 인터페이스 방안에서 주요하게 검토해야 할 광케이블 입상시에 문제점에 대해 검토하고 이에 대한 보완책을 제시한다.

가. 접속손실

역간에 포설된 광케이블에서 사고현장 화상전송용 광전송로의 경우 광단국간을 연결하는 광케이블(24core)중에 2core를 지상으로 인출하고 광커넥터를 사용하여 접속되어 있기 때문에 기존의 광용착 접속손실 이외에 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 커넥팅작업에도 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 시진장치, 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 단자함중간 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 10km구간을 만들고 각 지점에서의 커넥터 접속손실을 측정하고 기준치를 만족하는지 시험하였다. 시험에서 사용한 커넥터는 SC타입의 커넥터를 사용하였으며 OTDR (E6000C)로 손실률을 측정하였다.



그림 3 광케이블 접속손실시험

표 2 광케이블 접속손실 시험결과

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	0.389	0.401	0.37	0.354	0.349	0.529	0.383	0.389
이론상 총손실	총손실 : 17.0dB (용착접속 손실 : 0.15dB × 20개소 - 3dB) (커넥터 손실 : 10dB × 9개소 - 90dB, 케이블 손실 0.5dB × 10Km - 5dB)									
OTDR 총손실	6.586dB									

시험결과, 위의 표와 같이 실제 측정된 총손실은 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.

2.3 사고현장의 동영상전송방안

2.3.1 화상전송을 위한 광전송로 구성

광단국사이에 위치하는 여러 개의 임의의 광단국에서 중앙서명실까지의 전송로 구성으로 그림 4의 경우는 임의의 광단국에서 임접한 광단국까지지만 화상전송용 2core를 사용하며 광단국에서 중앙서명실까지는 단국의 E1급 채널을 이용하여 중앙서명실까지 전송하는 전송로 구성이다.(이하, 1안)

그림 5의 경우는 광단국을 이용하지 않고 중앙서명실까지 전송하는 전송로 구성을 나타내고 있다.(이하, 2안)

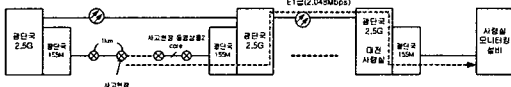


그림 4 광단국의 E1채널을 이용한 전송로 구성(1안)

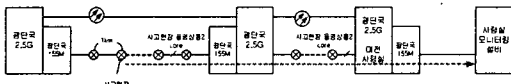


그림 5 광단국을 이용하지 않은 전송로 구성(2안)

2.3.2 화상전송설비

1안과 2안에 대해 각각의 화상전송에 필요한 설비를 검토하면 공통설비로는 영상전송CODEC, 광변환기, SW HUB가 요구되며, 여기에서 1안에 적용할 경우 그림6와 같이 추가적으로 광단국 인터페이스를 위한 CSU, Router가 필요하다. 그리고, 2안에 적용할 경우 그림 7과 같이 광단국이 설치된 위치에 광변환기가 추가적으로 설치되어야 한다.

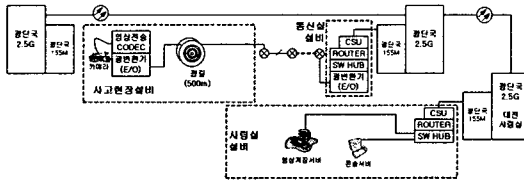


그림 6 1안에 대한 화상전송 구성도

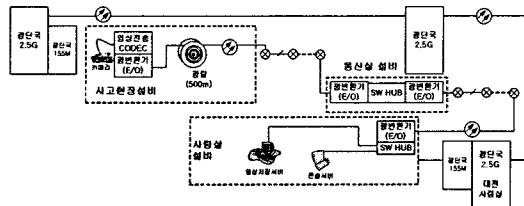


그림 7 2안에 대한 화상전송 구성도

1안과 2안에 대한 장단점을 비교하면 표 1과 같이 1안의 경우는 기존의 광단국설비를 활용할 수 있으며, 화상전송을 하지 않는 회선을 다른 용도를 활용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나, 단국설비에 할당된 2.048Mbps 이상의 전송속도를 가질 수 없다는 단점이 있다.

2안의 경우는 간선철도 전구간의 2core를 광변환기(미디어 컨버터)와 SW HUB로 연결하는 100Mbps의 네트워크를 구현할 수 있어 추가적인 수요에 능동적으로 대처할 수 있으며 광단국의 전송부하에 영향을 주지 않는다는 장점을 가지고 있다.

그러나, 별도의 네트워크를 구축하기 위해 전구간에서 광케이블 2core를 상시 사용하여야 하기 때문에 화상전송이 없을 경우에도 다른 용도로 사용할 수 없는 단점이 있다.

표 1 1안과 2안에 대한 비교

항목	1안	2안
소요설비	전송로 광단국 E1급(2Mbps)	SW HUB 광릴, 100Mbps
	사고현장 캠코더 CODEC 광변환기 광릴	캠코더 CODEC 광변환기 광릴
	서명실 영상저장서버 편송서버 CSU Router SW HUB	영상저장서버 편송서버 광변환기 SW HUB
통신실	CSU Router SW HUB 광변환기	SW HUB 광변환기(2개)
장점	기존설비 활용	- 단국설비에 영향 없음 - 100Mbps 전송속도 구현 - 확장성용이(광변환기 교체) - 지역 CCTV수용 확대가능
단점	전송속도제한 기존설비 영향	시스템 검증
경제성	- 기존설비와 연계, 투입장비가 많음 - 비경제적임.	- 작은 장비투입, 별도의 망구성 - 경제적임

3. 결 론

광전송로의 구성이 1km 단위로 분기되고 접속된 현장 상황을 고려할 때 광케이블 접속손실시뮬을 통하여 허용범위를 만족하는 것을 확인하였다.

또한, 철도네트워크와 병행하여 포설된 광케이블망을 통하여 동영상을 전송하기 위한 망구성에 대해 1, 2안을 제안하였다. 그러나, 여기서 제안한 망의 구성은 일부 구간에 대해 검토한 것으로 전체 철도네트워크로 확장하였을 경우의 타당성 및 운영자의 요구사항에 부합하는지를 향후 연구과제를 통하여 검증할 필요가 있다.

그리고, 현장시뮬을 통하여 각각의 방안에 대한 적용가능성을 확인하여야 하며 단계적으로 철도에 적용하기 위한 방안을 제시하여야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 조봉관, "철도광케이블을 이용한 화상전송방안에 관한 연구", 한국철도학회 춘계학술대회, 2003. 5.
- [2] 철도청 정보통신과, "정보통신설비 공사설계표준", 2000.6.