

## 지하철 광통신 시스템의 효율적 운용방안에 대한 고찰

### A Study on the Effective application scheme of Subway optical communication system

권기정\*                      이기승\*\*                      고영윤\*\*\*  
Kwon, Gi-Jung              Lee, Gi Seung              Ko young yun

---

A subway is one of many public transportation means that contributes toward our society including seoul and offering of its service and expression of various information are in need due to users high demand. And there are various class of users.

For that reason an optical communication network in the general control center and station buildings was installed.

Considering the importance of safe operation of subway, optical communication exists to enhance customer satisfaction. Safe operation is essential as its level of reliance accounts for about 95%.

this paper will look for ways to promote mutual information interchange and operation know-how with systems of the same kind and sharing a capable of effective operation of systems in place.

Optical communication network in the metropolis railroad accepts various kinds of control networks and data networks for train operation. As occasion demands, this paper presents effective application scheme and specialized organization about an optical communication operating system.

---

지하철은 대중교통 수단으로서 서울을 비롯한 도시에서는 없어서 안 되는 교통수단으로 자리 잡고 있어 이용하는 계층이 다양하게 구성되어 있다.

이러한 고객의 정보 제공 요구에 부응하기 위하여 다양한 정보표출과 정보통신 서비스 제공을 할 수 있도록 종합관제센터 및 역사에 광통신망이 설치 운용되고 있으며, 통신망 서비스 의존도가 약 95%를 차지함에 따라 안정적 운용은 필수적이다.

본 논문은 광통신망 구축 후 실질적 시스템 운영의 초기단계에서 유지보수 업무를 수행하면서 도출된 기술사항과 경보메시지 분석에 의한 효율적 운용방안을 기술한 것으로서, 현장에서 필요한 실질적 전문 기술과 효율적 시스템 운영방식 공유와 동종 기관간의 운영노하우 상호 정보교류를 촉진 시키고자 한다.

도시철도에서의 광통신망은 열차운행을 위한 각종 제어망과 Data망을 수용하고 있어 전문적이고 효율적인 운용방안 정립이 필요함에 따라, 본 논문은 광통신시스템 효율적 운용과 전문조직 구성에 대하여 제시하였다.

# 1. 서 론

21세기 정보통신기술의 발전으로 다양한 정보 전송을 제공하기 위한 정보통신망 신호가 아날로그에서 디지털방식으로 변화하면서 대용량, 초고속 정보처리가 요구되어, 기존 아날로그 전송매체인 구리선 케이블에서 광케이블(Optical Cable)로 대체되게 되었다.

이에 따른 광통신망 구축은 기존 구리선 케이블 링에 의한 수직적 구조에서 수평적구조로 통신 계층 구조의 변화를 가져왔으며, 전력선 유도에 따른 통신품질 저하를 개선하여 가입자 수용의 융통성과 대용량 초고속 전송의 한계를 극복하는 계기가 되었다.

도시철도 업무에 있어서도 사회적 변화에 따른 이용 고객들의 요구수준의 상향화, 고급화, 다양화를 해결하고, 고객서비스를 위한 정보제공과 업무의 전산화 등을 지원하기 위해서 지하철의 모든 구간을 초고속 고품질의 전송이 가능한 광통신 시스템을 구축하여 열차안전운행 확보 및 운영관리, 경영관리를 위한 전산망지원을 위하여 광통신 시스템의 도입은 필수적이라고 할 수 있다.

따라서, 도시철도에서 운용중인 광통신망은 지하철 운행에 필요한 전력제어, 신호제어, 열차무선통신, 역무자동화, PSD 등의 설비를 제어, 감시하기 위한 통신채널을 제공하는 것으로 안정적 운용이 매우 중요함에 따라 장애메시지가 발생되면 신속한 확인과 조치가 필요함으로 본 연구논문을 제시하였다.

서울메트로에서 운용중인 광통신 전송망은 호선별로 구성된 2Fiber 환형방식 2.5Gbps의 주전송망 3개와 각 호선의 일반역사로 구성된 2Fiber 환형(Ring)방식 155Mbps의 부전송망 19개로 구성되었으며, 광케이블은 직매용 난연 단일모드(Single Mode) 광섬유를 사용하고 있다.

본 논문에서 제시되는 내용은 서울메트로에서 운용중인 광통신 시스템에 대한 조사, 분석한 자료로서 기타 관련 기관에서 운영중인 광통신 시스템과 용어와 시스템 구성도, 전송속도에 있어서 다소 차이가 있을 수 있으나, 광통신 시스템이라는 광의적 해석과 시스템을 운용하는 측면에서 해석할 경우에는 큰 차이가 없을 것으로 판단된다.

본 연구의 목적은 광통신 시스템의 전문화된 기술축적과 효율적 운영을 위하여, 전문 측정장비에 의한 시스템 점검과 시험으로 데이터에 의한 이력 관리로 신, 증설 및 개량 사업시 기초자료 활용에도 기여할 수 있도록 하고자 한다.

또한, 광통신 시스템 운영에 대한 시험, 인증에 대한 기술적 지원과 운영 노하우를 통한 관련 분야(도시철도 운영기관) 상호간 정보교환 활동이 활성화 될 수 있는 계기가 되었으면 한다.

본 논문에서 기술된 경보메시지 분석은 2006. 9. 8 ~ 9.14(7일간), 2007. 8. 7 ~ 8.13(7일간) 및 8.31 ~ 9.3(3일간) 등 기간중에 발생된 메시지를 분석하여 메시지 상호간 연동성(하나의 경보 발생으로 파급되어 나타나는 메시지 현상)을 조사 및 광 전송망의 계층적 구조상에서 메시지 발생경로를 추적하고, 각 중 안전점검(월간, 분기, 년간점검) 과정에서 발생하는 경보메시지를 조사하여 점검업무에 적용할 수 있도록 하였으며, 분석대상으로 선정된 광통신 시스템은 도표 1과 같다.

도표 1. 서울메트로 광통신 시스템 분석 대상

장 치 명	시설량	분석 방법	선정 배경
주 전송망 SMA - 16	11	단위기간 중 메시지별 발생건수 통계	SMA장치에 의해 구성된 광통신망에 기타 장치 채널(E1회선) 수용
부 전송망 SMA - 1	137		

## 2. 광통신 시스템 현황

### 2.1 서울메트로 광통신시스템 현황

광통신 시스템은 2003년 9월 준공되어 현재 운영중에 있으며 현황은 아래 도표 2와 같다.

도표 2. 호선별 설치현황

항 목	단위	설치 위치(구간)						비 고 (장치명)
		총계	1호선	2호선	3호선	4호선	관제센터	
주 전송장치	식	11	-	3	2	2	4	메시지분석 SMA-16(2.5Gbps)
부 전송장치	식	137	11	59	36	29	2	메시지분석 SMA-1(155Mbps)
다중화 장치	식	192	15	56	52	34	35	C-MUX
회선분배장치	식	14	1	3	2	2	6	MD-202, 1:N DACS
클럭공급장치	식	8	1	3	1	2	1	DOTS-[N]
망관리설비(NMS)	식	7	-	-	-	-	7	서버(HP, SUN)

### 2.2 점검주기

도표 3. 설비별 점검주기표(정보통신설비관리규정 제8조)

장 치 명	구 분	점검주기				비고
		일일	월간	분기	년간	
광통신 시스템	SMA - 16	○	○	○	○	CMUX 장치 주기별 점검 및 Data Back 병행
	SMA - 1	○	○	○	○	
	CMUX	○	-	-	-	
	MD-202, DACS-II	○	○	○	○	
	DOTS	○	○	○	○	
	NMS	○	○	○	-	

### 2.3 광통신 시스템 구성도

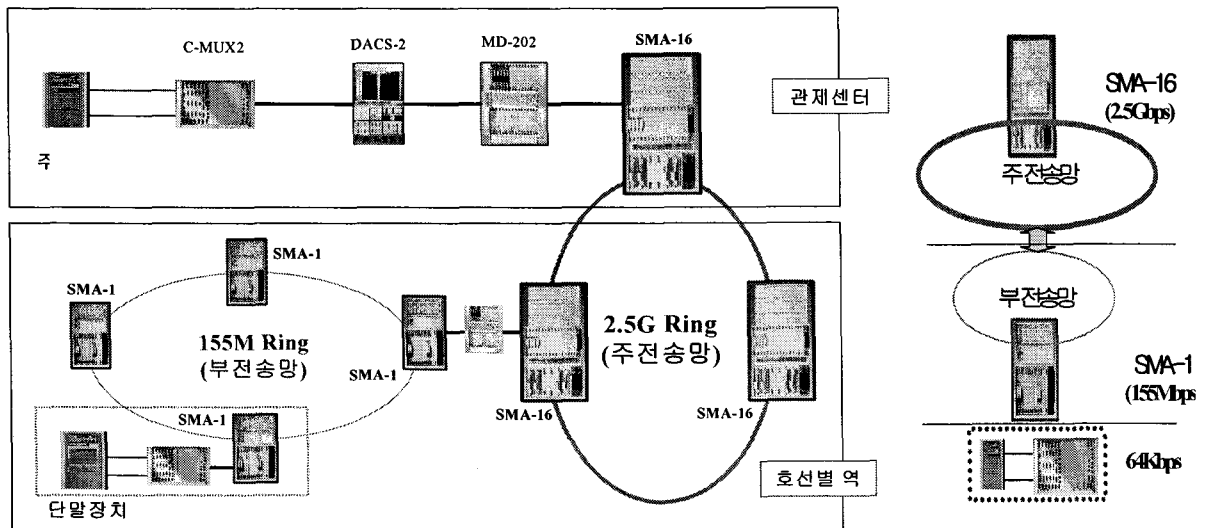


그림 1. 서울메트로 광통신 시스템 구성도 및 계층구조

## 2.4 정보메시지 분석

메시지 분석은 2006년도 1회, 2007년도 2회 실시 하였으며, 2006년도에는 시범 시행하는 단계로 메시지 종류별 빈도수를 대상으로 하였고, 2007년도에는 Ring별/ 시간대별 빈도수를 집중분석하였다.

- (1) 1차 조사기간 : 2006. 9. 8 ~ 9.14(7일간 메시지 종류별 빈도수 단순분석)
- (2) 2차 조사기간 : 2007. 8. 7 ~ 8.13(7일간 메시지 종류별/전송망 Ring별 발생 빈도수 분석 )
- (3) 3차 조사기간 : 2007. 8.31 ~ 9.03(3일간 안전점검 관련성/시간대별 발생 빈도수 집중분석)

### 2.4.1 조사 및 분석(1차)

(1) 기간 : 2006. 9. 8 ~ 9.14

#### (2) 분석내용

조사기간 중 광통신 시스템의 실질적 장애는 2건 발생되었으며, 「그림 2」와 같이 5,381건의 메시지 중 운용자 조치가 필요한 4,861건의 메시지를 종합한 결과 「도표 4」에서와 같은 18개의 정보 메시지(기간 중 50회 이상)가 빈번하게 발생하는 것으로 분석되었다.

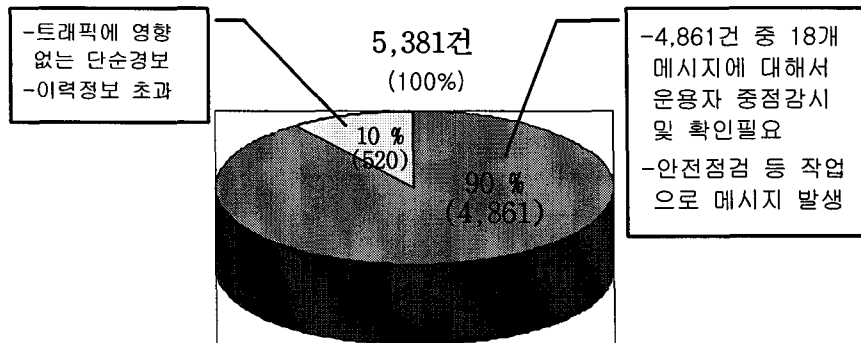


그림 2. 2006년도 정보메시지 발생건수

① 1,3,4호선 열차무선 개량 및 2호선 행선안내게시기 사업관련 제어회선 수용을 위한 전송로 시험 등 회선 작업과정에서 입, 출력 신호에 대한 정보가 발생되었으며, 특히, 시스템의 한 부분(Card or Shelf)에서 작업을 할 경우 「도표 4」 주요 경보 메시지 내역 ‘(\*1)’에서와 같이 1개 장치에서 672건의 많은 메시지가 발생하는 것으로 나타났다.

- 1,3,4호선 열차무선 : 1,3,4호선 63개역, 27개 기지국 및 2호선 43개역 회선 구성작업
- 2호선 행선안내게시기 : 43개 E1(43개 역) 회선작업 및 시험

② 광통신 시스템 안전점검 : SMA 및 DACS 등에 대한 월간점검을 7회 시행

#### (3) 분석결과

- ① 조사기간 중 발생한 운용자 확인이 필요한 메시지는 4,861건이었다.
- ② 평상시 회선작업 및 안전점검(주,야)으로 경보 메시지가 발생됨에 따라 항상 감시 및 확인작업이 필요한 것으로 조사되었다.
- ③ 분석기간 중 실제 시스템 고장 2건 발생
  - 회현 광통신 시스템 통신장애(MCC) 발생 : 9월11일 08:25
  - 지축기지 정류기 경보(User Input 4.5) 발생 : 9월 13일 14:15

도표 4. 주요 메시지 내역(2006년도)

메시지내용	장치	횟수	메시지내용	장치	횟수
Trib Input Loss of Signal	90	986	TU Path AIS	9	186
2M Stats Available Alert (*1)	1	672	Real Time Clock Not Set	46	149
Trib Input AIS	37	468	Hist.Alarm Event Log Threshold Exceedence	74	129
Partial Communications Failure	21	397	Rx Buffer Contention	18	109
User Input 4, 5	72	268	Reconfiguration by LT Operator	9	101
Intermittent LO Path	10	252	TU Loss of Pointer	5	98
EM Comms Link Fail	51	210	Change in SETG Synchronisation State	10	91
Tx Buffer Contention	70	206	LO Path APS Protocol Failure	8	75
Stats Event Log Threshold Exceedence	18	195	Change in Protection	9	64

2.4.2 조사 및 분석(2차)

(1) 기간 : 2007. 8. 7 ~ 8.13

(2) 분석내용

조사기간 중 광통신 시스템의 실질적 장애는 없었으며, 「그림 3」 과 같이 5,126건의 메시지 중 운전자 조치가 필요한 4,748건의 메시지를 종합한 결과 「도표 7」 에서와 같은 20개의 경보메시지가 빈번하게 발생하는 것으로 분석되었다.

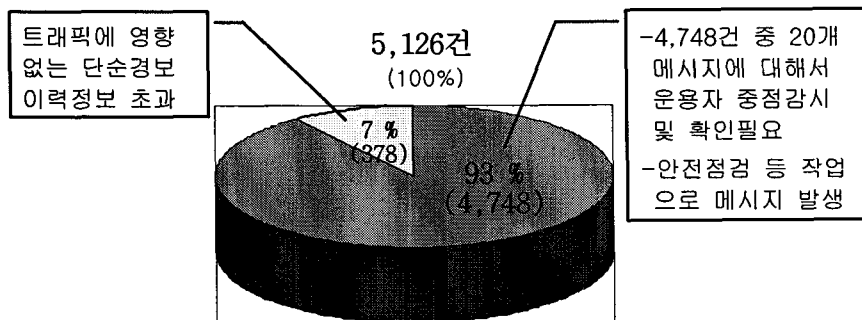


그림 3. 2007년도 경보메시지 발생건수

(3) 분석결과

① 광통신 시스템 운용에서 필수적인 주요 메시지 내역(20종)은 아래 「도표 7」 과 같다.

도표 7. 주요 메시지 내역

메시지내용	장치	횟수	메시지내용	장치	횟수
Trib Input Loss of Signal	83	1900	TU Path AIS	27	569
Trib Input AIS	34	287	Hist.Alarm Event Log Threshold Exceedence	26	38
Tx Buffer Contention	41	72	Rx Buffer Contention	13	35
User Input 4	49	85	User Input 5	57	112
LO Path APS Protocol Failure	12	40	TU Loss of Pointer	18	338
Control Bus #1 Protocal Fail	11	26	DCCm LAPD Fail	11	11
Switch Card A Fail	10	10	Intermittent LO Path Fault	21	209
Lo Path Signal Label Unequipped	26	197	Switch Unit I/F Parity Fail	18	72
Lo Path Signal Label Mismatch	18	186	Configuration Discrepancy	12	12
Loss of TU Multiframe	10	20	Intermittent LO Path	24	537

② 운용자 조치가 필요한 4,748건(93%)의 메시지는 광통신 시스템(SMA 및 DACS 등)에 대한 월간점검을 7회 시행하는 과정에서 발생되었으며, 그림 3. 에서 378건(7%)의 메시지는 광통신 운용 및 트래픽에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

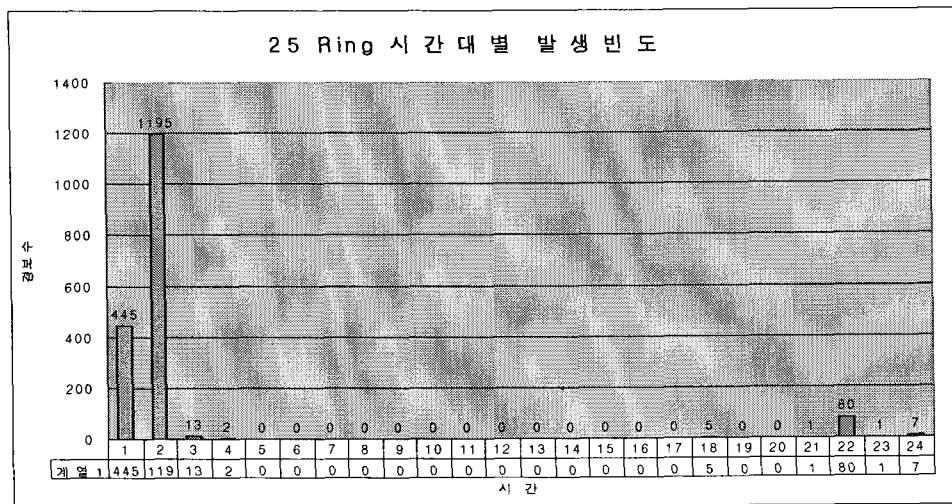
③ 경보메시지 발생 빈도수는 2호선 25 Ring에서 「도표 5」의 1,749건으로 가장 높게 나타났다.

도표 5. 2호선 Ring별 메시지 발생건수

2호선 Ring	시설량	횟수	2호선 Ring	시설량	횟수	2호선 Ring	시설량	횟수
21 Ring	8	130	24 Ring	9	68	27 Ring	3	7
22 Ring	3	17	25 Ring	8	1,749	28 Ring	7	16
23 Ring	7	179	26 Ring	8	476	29 Ring	7	78

④ 2호선 25 Ring의 시간대별 발생빈도는 「도표 6」과 같이 나타났다.

도표 6. 시간대별 발생 빈도



- 집중발생 시간 : 02:00 ~ 03:00(1,195건)

- 동대문운동장, 상왕십리, 을지로입구에서 분기점검 및 시스템 운용교육을 하였으나, 트래픽 에는 영향이 없는 것으로 나타났다.

⑤ 광통신 시스템 운용과정에서 발생하는 경보 메시지는 회선작업과 장애 등이 없는 경우에도 안전점검에 따른 경보가 지속적으로 나타나고 있었으며, 「도표 8」 2차분석(2007년도)에서 메시지종류가 증가(2종)한 것은 광통신 유지보수 용역사업 항목인 시스템 운용법 교육과 관련이 있었다.

도표 8. 년도별 메시지 비교분석

년도	발생횟수	메시지종류	중요 메시지	기타	분석결과
2006 (1차)	5,381건	49종	18종 90%(4,861건)	520건 (10%)	- 최대 54종 메시지 조치능력 확보는 최적 상태임 - 최소 20종 메시지 조치능력 확보는 필수적으로 요구됨.
2007 (2차)	5,126건	51종	20종 93%(4,748건)	7% (378건)	

※ 중요메시지 산출근거 : 경보발생 10건 이상으로 시스템에 영향을 줄 수 있는 메시지

### 2.4.3 조사 및 분석(3차)

(1) 기간: 2007. 8. 31 ~ 9.03 (3일간)

(2) 분석내용 : 1차 및 2차 분석에서 광통신 시스템의 실제 장애가 없는 상태에서도 경보메시지가 발생됨에 따라 3차 분석에서는 장애가 발생한 3호선 구간(Ring)과 장애가 발생되지 않은 4호선 구간(Ring)을 비교하였으며, 그 내용은 「도표 9」, 「도표 10」, 「도표 11」 과 같다.

도표 9. 경보메시지 발생 현황(3호선)

총 발생건수	전송망	발생건수	전송망	발생건수	내 용
1,378건	31 Ring	541	33 Ring	32	31, 32Ring 전송망의 수서지역센터 MD-202 장치와 연결됨
	32 Ring	765	34 Ring	3	
			35 Ring	15	

도표 10. 장애발생 및 일반적 운용상태 메시지 발생 비교(3호선)

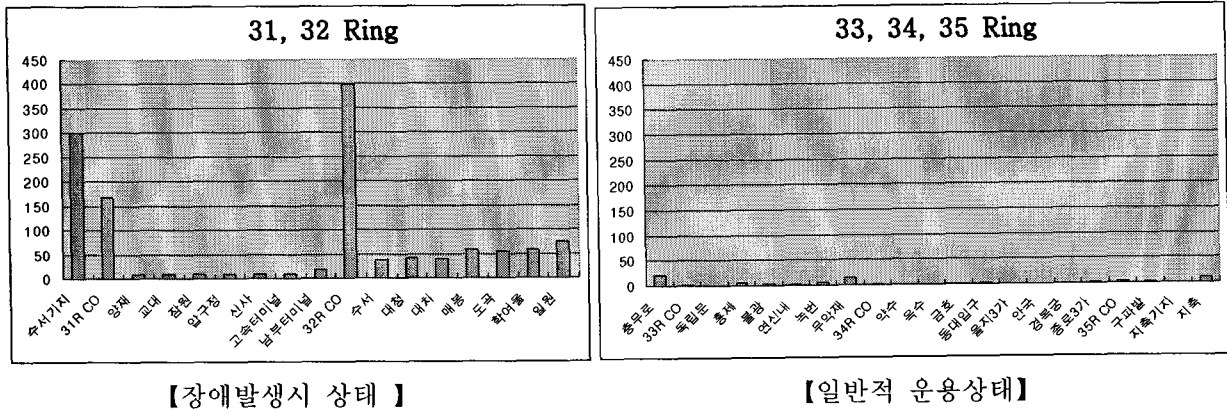
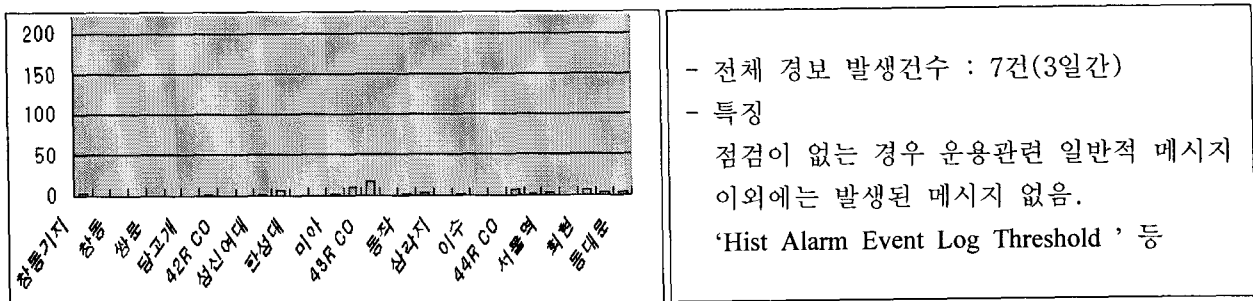


도표 11. 장애와 점검이 없는경우 메시지 발생 현황(4호선)



### (3) 분석결과

장애가 발생했을 경우와 발생하지 않은 경우 3호선 내에서 31링, 32링과 연결된 MD-202에 장애가 발생하여 155M 전송장비의 회선에는 많은 장애가 발생하였으나, 이와 대조적으로 33링 ~ 35링에는 극히 미미한 수의 장애가 발생하였고, 4호선에는 거의 장애가 발생하지 않았다.

### 2.4.4 시스템별 고장발생 건수

(1) 기간: 2006. 12 ~ 2007. 08 (9개월)

(2) 조사내용 : 2006년 12월부터 2007년 8월까지 발생한 시스템별 고장건수는 「도표 12」와 같으며, 장애발생 비중이 가장 높은 시스템은 MD-202 장치로 나타났다.

도표 12. 광통신 시스템별 고장건수 ('06년12월 ~ '07년8월 자료)

시스템 구분	단위	시설량	고장건수	가중치	비고
SMA-16	식	11	4	0.36	- 가중치가 높을수록 광통신망에 미치는 영향력이 크다.
SMA-1	식	137	19	0.14	
C-MUX	식	192	51	0.26	
MD-202	식	14	11	0.78	

※ 가중치 산출방식 : 고장건수(9개월) ÷ 시설량 (가중치는 시스템에 대한 고장 빈도수)

### (3) 조사결과

SMA 장치는 Trib카드에 대한 조치능력 향상이 필요하며, C-MUX 장치는 가중치는 낮지만 고장건수가 많기 때문에 조치에 필요한 유지보수 시간이 많이 소요되므로, 기술력 향상이 필요하였다.

MD-202 장치는 주전송망(2.5Gbps)과 부전송망(155Mbps)의 중간에 위치하기 때문에 통신채널에 직접적인 영향을 줄 수 있으므로 유지보수 주요관리 대상으로 나타났다.

## 2.5 경보 메시지 발생 경로 및 요인

### 2.5.1 경보 메시지 발생경로

(1) 전송망내에서 일반역사(하위) 시스템에서 발생된 'Loss of Signal' 경보는 지역센터(상위)에 있는 시스템에게 'AIS' 경보를 전달한다.(그림 4 참고)

(2) 지역센터(상위)에서 'Loss of Signal' 발생시는 자신의 장비에만 경보가 발생된다.(그림 4 참고)

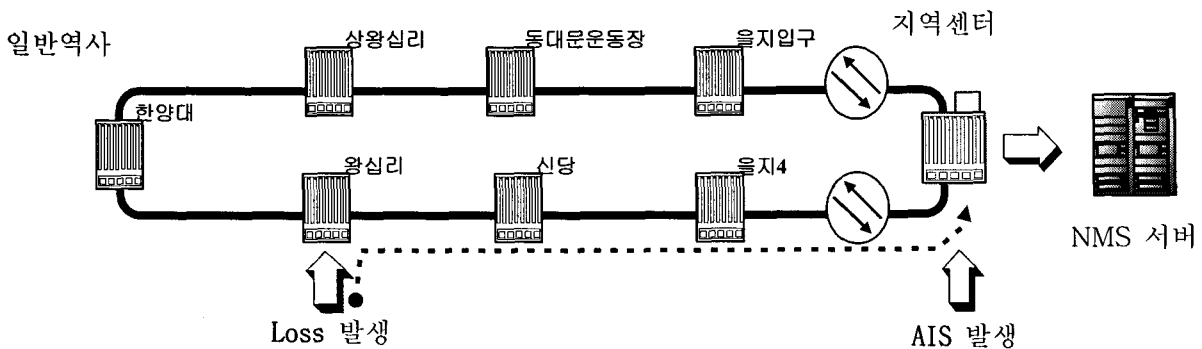


그림 4. 경보 메시지 발생 경로

### 2.5.2 증가 요인

(1) 하나의 전송회선은 여러 시스템을 경유하여 통신채널이 구성됨에 따라, 대응되는 시스템 상호간 경보내용 전달로 인하여 하나의 경보가 2개 이상의 시스템에서 발생된다.

또한 시스템의 Trib 카드 절체시 수용된 모든 채널(32개 채널 수용)에서도 경보가 발생된다.

예시) 「Trib Input Loss of Signal」 및 「Trib Input AIS」 32채널 \* 2개소 = 64건 경보발생

(2) 안전점검 과정에서 경보가 얼마나 발생하는가를 분석하기 위하여 총무로 광통신 시스템에서 광카드를 1회 절체 시험한 결과 588회의 메시지가 발생되었으며, 발생 횟수가 가장 많이 영향을 미친것은 통신채널을 수용하는 32 Port Trib 카드 6장에서 각 3회씩 총 576회의 메시지가 발생되어 증가요인에 영향을 주었다.



### 3. 광통신 시스템 운용방안 제시

#### 3.1 개요

경보메시지 발생 빈도수 분석을 통하여 빈번하게 나타나는 메시지와 시스템에 미치는 영향을 알 수 있었으며, 이러한 결과를 바탕으로 트래픽에 영향을 미치는 주요 메시지에 대한 장애조치 카드와 운용메뉴얼에 의한 유지보수체계 수립과 전문화된 조직을 구성하는 것이 바람직하다.

#### 3.2 주요 경보메시지 장애조치 카드 작성

1차, 2차 메시지 분석결과 '2007년도 주요 메시지에 내역' 「도표 7」에 나타난 20개의 메시지가 전체의 90%를 차지함으로 메시지내용, 관련카드, 조치사항, 기술적 참조사항(측정수치 및 이론적배경), 장애원인 등을 기술한 「도표 13」 장애조치 카드를 작성하여 활용하는 것이 필요하다.

##### (1) 장애조치카드 활용방법

- ① 경보메시지에 대한 조치카드를 작성하여 시스템이 설치된 모든 곳에 비치한다.
  - ② 운용 메뉴얼(응급조치 절차서) 작성 및 예비품 확보 등 유지보수 대책에 활용한다.
  - ③ 관련부문에 대한 전문적 기술교육(운용능력 향상) 자료로 활용한다.
- (2) 분석 결과를 기초로 작성된 경보메시지에 대한 장애조치 카드는 「도표 13」과 같다.

도표 13. 경보메시지 장애조치카드

메시지 관리번호.	001	메시지 등급	Warning		Minor	
			Major		Critical	○
메시지 내용	Port 1 Trib Input Loss of Signal (1번 포트 수신 신호를 잃어버렸다)					
관련장치 및 항목	관련장치	SMA-1 / SMA-16	관련카드	Trib Card 해당 Port		
경보메시지 조치 방법						
Soft Ware 조치 NMS / LCT	① NMS에서 해당 채널 확인 및 Loop Back 시험, 관련카드점검 ② 조치되지 않을 경우 분소 통보(LCT에서 확인)					
Hard Ware 조치 카드교체 / 기타	NMS에서 조치되지 않으면 카드 교체, 연결 회선점검, 가입자 설비 확인					
기술적 부분 - 이론적 배경 - 측정값(정상치) o Level, 전압 o Bit Rate	① LOS(Loss of Signal) : 수신측 장치 채널에 입력신호가 없다 (입력신호가 검출되지 않음, 장비의 전원이 꺼졌다든지 연결된 광 또는 실선 선로가 끊어진 것이다) ② 대응되는 시스템에 AIS (Alarm Indication Signal) 경보를 보낸다. 자국 SMA-1에 LOS가 들어오면 대국측 SMA-1에 AIS 발생 (그림 4. 참조)					

#### 3.3 광통신 시스템 전문조직 운용

IT의 확산으로 기업 및 공공기관에서는 정보화를 위한 인프라 구축과 정보통신 시스템의 증가에 따라 도시철도 정보통신 분야에서는 약 15 ~ 20여종의 정보통신 설비를 관리하고 있으나, 중요 시스템에 대한 유지보수 전문성을 위한 대책은 부족한 실정이다.

따라서 중요시스템(광통신 시스템 망관리 등)에 대한 「정보통신 망관리 전문조직」을 구성하여, 전문화된 업무수행과 기술력확보, 장애조치시간 단축, 시스템 수명연장이 가능한 유지보수 체계 수립이 필요한 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 광통신 시스템에 대한 경보메시지를 조사, 분석한 데이터에 기초하여 효율적 운용방안과 유지보수 체계 수립에 대하여 연구하였으며, 다음과 같이 정리하였다.

- (1) 광통신 시스템 경보발생 내용을 전반적으로 분석한 결과 시스템에 장애가 없는 일반적 운용과정에서도 안전점검 및 회선작업, 시스템 운용 교육으로 인한 경보메시지가 전체 발생건수의 약 90%에 달하며, 타 분야에서 사용되는 설비로 인한 외부요인은 약 10%에 해당되었다.

광통신시스템의 일반적 운용상태인 1차(2006. 9. 8 ~ 9.14) 및 2차(2007. 8. 7 ~ 8.13) 메시지와 장애발생시를 비교한 3차(2007. 8.31 ~ 9.03) 분석에서 안전점검, 운용교육, 작업 등이 시행되는 기간에 나타나는 메시지와 장애시 메시지 내용은 동일한 종류의 메시지가 나타남으로,

주요 메시지내역으로 분류된 「도표 7」에서 정리된 20종의 경보메시지에 대한 장애조치 카드를 작성, 활용 한다면, 광통신망 효율적 운용에 기여할 것으로 조사 되었다.

따라서, 시스템이 설치된 모든 곳에 「도표 13」의 장애조치카드를 비치하고, 관련부분에 대한 전문적 기술교육(운용능력 향상) 자료로 활용하는 방안을 제시한다.

또한 회선작업 및 안전점검(주,야)으로 경보 메시지가 발생됨에 따라 항상 감시 및 확인작업이 필요한 것으로 분석되었다.

- (2) 시스템별 고장건수 조사에서 C-MUX 장치는 고장건수가 많기 때문에 조치에 필요한 기술력 향상이 필요하며, MD-202 장치는 지역센터 전송망의 중간에 위치하기 때문에 통신채널에 직접적인 영향을 줄 수 있으므로 유지보수에 있어 주요관리 대상으로 나타났다
- (3) 도시철도에서의 광통신망은 열차운행을 위한 각종 제어망과 Data망을 수용하고 있어 현재의 종합 관제업무에서 유지보수 및 망관리 업무를 분리한 「정보통신 망관리 전문조직」을 구성하여, 전문 기술력 확보를 통한 시스템 수명연장, 장애 미연방지 및 조치시간을 단축할 수 있는 방안 검토가 필요한 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. (2003) "광통신시스템 운용메뉴얼", Mrconi, EMOS 제4권, pp 383 ~ 438.
2. (2007) "서울메트로 사규집", 정보통신설비 운용규정 및 시행내규
3. (2007) "광통신 시스템 유지보수 용역결과 보고서"