

# 철도신호의 현황과 우리의 실정

박석하\*, 안상권\*\*, 윤여원\*\*, 김양모\*\*\*

(\*충남대 공대 전기공학과 박사과정, \*\*충남대 공대 전기공학과 석사과정,

\*\*\*충남대 공대 전기공학과 교수)

## 1. 서론

열차의 신호보안 시스템은 열차를 안전하고 또한 원활하게 운행시키기 위하여 필요불가결한 시스템으로 일찍이 1825년 영국으로부터 사용되어 그 당시는 기마수가 적색기를 가지고 열차보다 먼저 출발하여 선로의 이상유무를 기관사에게 통보한 것으로부터 유래된다. 오늘날의 신호시스템은 열차가 고속화, 고밀도화되어 감에 따라 고도화, 고성능화되어 가고 있다. 근대적 신호시스템으로 알려진 통표에 의한 폐색장치로부터 자동열차정지장치의 채용을 비롯하여 반도체 기술에 힘입어 소형화 및 고신뢰성 신호로서 현대화하여 왔다. 우리나라는 1899년 노량진-제물포간 최초로 철도가 부설되었고 그 당시의 신호시스템으로서는 腕木式 신호기가 설치되었으며 1942년에 영등포-대전간 자동폐색 신호기가 설치되었고 이후 기계식 신호기에서 전기식 신호 방식으로 바뀌어 갔다.

철도설비로서 선로, 전기시설, 차량과 함께 신호보안설비는 열차의 안전을 도모하고 승무원에게 운전조건을 제시하여 주는 설비로서 높은 신뢰도가 요구됨과 동시에 기기의 고장, 회선의 단락이나 접지, 정전등에 대하여 다중적 보안이 필요하며 fail-safe의 원칙에 따라 안전한 쪽으로 동작되도록 구성되지 않으면 안된다. 이런 고기능 신호시스템은 철도선진국에서 독자적 기술을 개발하여 국가적인 보호를 받고 있는 상황이다.

본 보고에서는 열차에서 사용되는 신호의 변천과정과 오늘날 사용되고 있는 신호시스템의 현황을 살펴보고 철도의 고속화와 고밀도화와 더불어 새로운 방향으로 변혁하는 신호시스템의 발전방향을 조명하여 보고 우리나라의 신호시스템의 현상과 개발전망에 대하여 알아 보고자 한다.

## 2. 신호의 변천

처음 증기기관차의 운전에 의한 철도가 탄생한 것은

1825년으로 영국의 스톡톤-다알링턴간을 처음으로 달리게 되었다. 그때까지 동물에 의해 끌려졌던 차량을 증기기관차로 바꾼 정도의 것으로 진행속도도 낮고 신호없이도 그다지 큰 위험성은 없었다. 그런데 오로지 신호의 역할을 하였던 것이 기마에 의한 열차의 선도로 말미암아 기수가 열차보다 앞서 달리면서 열차의 길안내를 하고 위험이 있으면 열차에 알리는 정도의 이른바 열차와 함께 달리는 신호인 셈이었다. 이것이 철도에서의 신호의 효시라 할 수 있다.

열차의 속도가 높아지고 선로의 분기점도 증가하면 곳곳에 policeman이라는 신호원을 두어 미리 정해진 손동작에 의한 알림으로 신호를 보내게 되었다. 이 알림의 주요내용은 위험(정지), 주의, 무난(진행)의 3顯示로 열차가 통과후 일정시간 경과할때마다 알림의 종류를 바꿨다. 이것이 열차의 일정속도를 가정할 때 오늘날 볼 수 있는 ATS의 토대라 할 수 있다.

### 2.1 腕木에 의한 신호기의 탄생

손에 의한 몸동작으로부터 시작한 신호기는 멀리서도 확실하게 더욱이 신속하게 정보를 전달하기 위하여 여러 가지 궁리 끝에 장방형의 완목에 의한 신호기(Semaphore Signal)가 고안되었다. 이 완목에 의한 방식은 완목의 기울어진 위치나 형상으로 신호의 내용을 나타내기 때문에 단순하면서도 그 정확도에 따라 상당량의 정보를 전달할 수 있었기 때문에 급속히 보급되었다.

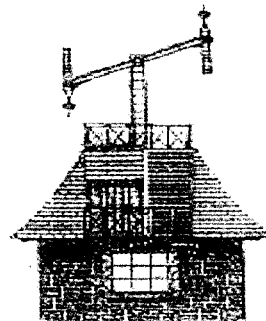


그림 1. 92개의 정보를 교환할 수 있는 완목신호기

## 2.2 전신에 의한 閉塞

1832년 미국인 Morse가 발명한 전신기는 철도수송에 커다란 임팩트를 주었다. 즉, 오로지 인간의 시각에 맡겼던 열차운행의 안전을 블록전신기라는 새로운 기계를 사용함으로써 그 열차를 위한 절대 폐색을 확실하게 확보할 수 있게 된 것이다. 폐색(Block)이란 일정 구간내에 하나의 열차만이 존재하도록 하는 단순하면서도 열차의 안전을 확보하는데 있어 가장 중요한 기초 단위가 된다. 블록전신기를 사용하여 기계에 의한 폐색을 더욱 확실하게 하기 위하여 인접역과의 협의를 바탕으로 공동으로 취급하지 않으면 열차를 운행할 수 없는 폐색기가 등장하였다.

## 2.3 聯動(Interlocking)

열차수가 늘어나고 역구내의 선로배선이 많아지게 되면 선로의 분기점에 설치되는 전철기와 신호기의 취급이 복잡하게 된다. 열차를 안전하게 진행시키기 위하여 열차 진로에 위협을 끼치는 전철기가 안전한 쪽으로 연결되어 있지 않으면 신호기를 진행 신호로 표시하지 않도록 하는 것은 극히 중요한 것이다. 연동장치란 전철기와 전철기, 혹은 전철기와 신호기사이의 일정 규칙을 지니게 하여 열차의 안전을 유지시키며 이들 관련기기를 조작하도록 하는 것을 의미한다.

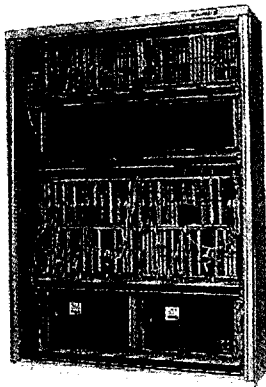
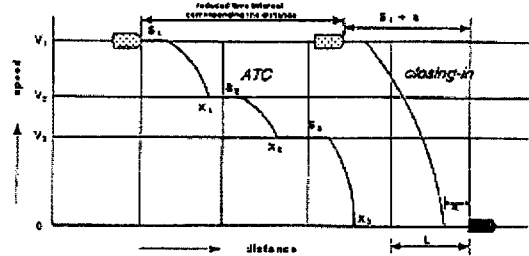


그림 2. 연동장치

## 2.3 이동폐색, closing-in 방식

열차접근시 고정폐색과 ATC에 의한 감속곡선을 나타내면 그림3과 같은데 그림과 같이 3현시의 신호시스템에서는 3단계로 감속제어되고 제동거리외에 공주에 의한 거리손실  $S_1+S_2+S_3$ 와 폐색구간거리가 고정되어 있음으로 인한 거리손실  $x_1+x_2+x_3$ 에 열차검지를 폐색구간단위로 하기 위한 거리손실  $L$ 이 가해져 상당한 손실이 나타난다. 이것을 없애기 위하여는 감속제어를 1단계로 하고 연속으로 열차검지를 하면 제동거리에 공주거리  $S_1$ , 안전여유  $\alpha$ 를 가산한 거리까지 접근할 수 있다. 이 방식을 closing-in이라 부르며선행열차가 무한대의 감속으로 정지한다 하여도 충돌하지 않는 한계를 말한다. 이보다 시간간격을 줄이려면 선행열차의 속

도나 감속을 고려하면서 후속열차를 제어할 수 밖에 없다. 이와 같이 선행열차의 속도나 위치에 따라 연속적으로 열차간격제어를 하는 방식을 이동폐색이라고 한다.



$S_1, S_2, S_3$  : little running  
 $x_1, x_2, x_3$  : distance loss by fixed block  
 $L$  : distance loss owing to train detection of each block

그림 3. 이동폐색

## 3. 자동신호의 탄생

### 3.1 자동폐색기

열차의 운전계획에 따라 시격운전을 하기 위하여는 종전의 폐색기나 통표에 의한 폐색식으로는 이에 대응할 수 없고 열차의 운행을 자동적으로 신호기에 지시하는 자동신호로 변천되어 왔다. 단선구간의 폐색방식은 역과 역 사이의 상호 연락에 의한 방법으로 여기에서는 논하지 않기로 하고 복선구간의 폐색방식은 궤도회로를 사용하여 열차자체에 의해 자동적으로 폐색과 신호현시가 이루어지도록 되었다. 그림3은 전형적인 자동폐색장치의 예로 각 폐색구간의 입구에는 신호기가 설치되어 열차의 폐색구간 진입 여부에 따라 열차를 검지함과 동시에 신호현시가 이루어진다.

신호기는 본래 적색과 녹색의 원판식에서 완목식으로 바뀌었고 신호기와 전철기의 동력화도 추진되었다. 종전의 완목식 신호기는 신호현시방식이 주간에는 완목의 위치, 야간에는 등색으로 되어 혼동되었던 것이나 전화의 진척에 따라 전자선이나 전신주 때문에 전망이 나쁘게 되어 色燈式 신호기로 바뀌게 되었다. 색등은 자연히 눈에 띄게 되는 특징과 고장도 적고, 보수도 간편하여 색등화가 급속히 확산되었다.

### 3.2 자동연동장치의 탄생

연동장치는 신호기나 전철기 등의 조작에 일정 순서 및 제한을 두어 불규칙적인 동작이 없도록 함으로써 상호 연쇄성을 갖도록 하는 것이다. 연동장치로서 널리 보급되었던 것이 계전기에 의한 계전연동장치로 계전기의 조합에 의해 연쇄가 이루어지도록 하고 하나의 진로상에 몇 개의 전철기가 있어도 하나의 지레를 취급함으로써 필요한 전철기는 자동적으로 전환되어 안전을 해치는 오동작이 일어나지 않

도록 장치를 구속하고 이 과정이 종료되면 자동적으로 신호를 현시하게 된다.

이런 연동장치의 제어판에는 역구내의 선로배선이 그려져 있어 여기에 진로를 지시하는 지레나 누름스위치가 설치되어 진로 구성이나 열차의 진입상태, 신호기의 현시, 전철기의 개통상태등이 램프에 의해 표시된다.

모든 신호기나 전철기가 일일이 사람의 손을 거치지 않고 제어될 수 있고 열차의 운행이 규칙적이고 인위적인 판단을 요하지 않을 장소에 사용되어 능률적인 열차의 운행 제어가 이루어 질 수 있는 장치이다.

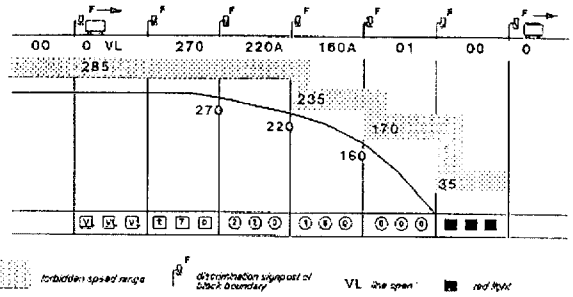


그림 5. ATC

### 3.3 ATS, ATC, ATO

승무원이 열차를 운전하는 가장 단순한 모습은 지상의 신호를 확인하고 신호에 따라 열차를 운전하기 때문에 신호를 확인하기 어려운 기상조건이라던가 운전부주의등으로 신호를 지키지 못할때 중대사고가 발생한다. 따라서 이러한 때 경보를 발하여 주의를 환기시키고 더우기 브레이크를 걸어 열차를 정지시키는 장치가 필요한데 이것을 ATS (Automatic Train Stop)라고 한다. 열차가 정지신호에 접근하면 벨이나 부저로 경보를 발하고 승무원에게 알려 브레이크조작, 기타 필요한 조치를 취하도록 주의를 주는 차내경보장치가 있다. 이 때 승무원이 필요한 조치를 취하지 않으면 자동적으로 브레이크를 걸어 열차를 정지시키는 것이다.

으로 ATO에는 ATC에 자동조정기능인 정속도 운전제어, 정위치 정지제어, 정시각 운전제어의 기능을 가한 것이다.

열차의 자동운전을 위하여는 주행중 열차속도, 위치, 운전시각을 아는 것과 함께 선형열차나 선로의 상황을 알아 외부조건에 따라 운전패턴을 수정할 필요가 있어 운전곡선을 프로그램에 의해 처리할 필요가 있다.

### 3.4 ATP

ATC는 열차의 허용최고속도가 운전자에게 직접 제시되는데 비하여 ATP(Automatic Train Protection)는 외부의 신호를 정확히 따라 가기만 하면 운전자에게 직접 전달되는 것은 없고 운전자가 정확하게 조작하지 않았을 때만 열차가 최고속도를 넘지 않도록 한다던가 위험한 전철기를 넘지 않도록 ATP가 중간에서 자동으로 동작한다. 열차보호기는 매우 신뢰적이어야 하고 절대신호와 안전시스템을 갖추도록 한다.

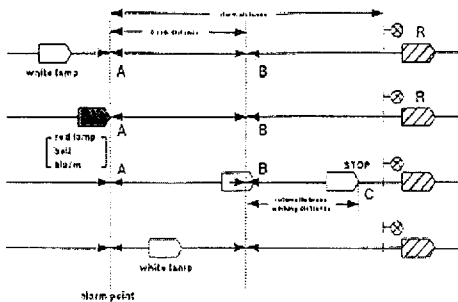


그림 4. ATS

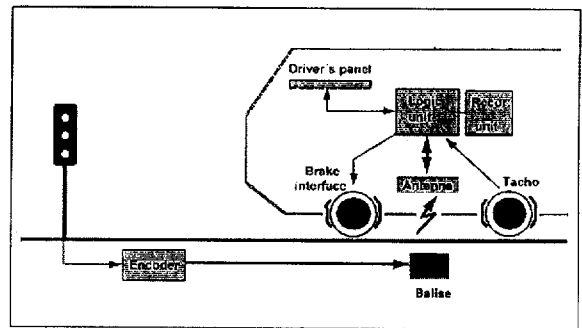


그림 6. ATP

한편, 고속열차에서는 브레이크거리가 길어져 급히 브레이크를 걸어 정지처리를 하여도 브레이크거리가 부족하여 안전을 기하기 어렵다. 따라서 완전한 자동열차정지장치로 하기 위하여는 정지브레이크를 걸기 전에 속도를 제한하는 기능을 갖게 하는 것이 필요하다. ATC(Automatic Train Control)는 속도제한구간에 있어서 열차속도가 제한속도 이상이 되면 자동적으로 브레이크를 걸어 감속시켜 속도를 제어하는 것이다.

### 3.5 CTC

ATC는 주로 열차의 안전운전을 목적으로 사용되는데 비하여 CTC(Central Train Control)는 열차의 능률적인 운전 제어를 목적으로 한 것이다. CTC는 어떤 구간내의 각 역에 있는 전철기와 신호기를 중앙제어소에서 집중적으로 원격 제어하고 그 표지나 열차의 운행상황을 감시하면서 열차운전을 능률적으로 하도록 정리, 통제하기 위한 장치이다.

중앙제어소에는 각 역의 배선이 그려져 있는 표시판이

놓여 있어 램프가 점멸하여 열차의 운행상태가 표시되고 현장의 신호기나 전철기의 개통상황도 표시된다.

CTC에서는 열차운행다이어가 흘러서지면 신속히 운전정리할 수 있고 각 역에 배치된 신호기, 전철기의 취급자가 집약되어 있어 인건비 절감뿐 아니라 열차운행상황을 계속 집중감시할 수 있기 때문에 선로이용율을 높여 선로용량을 높일 수 있다.

### 4. 철도신호의 발전방향

#### 4.1 신호시스템의 전자화

안전성 기술분야, 예를 들면 열차의 브레이크제어나 역의 전철기구동등에는 이제까지 주로 전자릴레이가 사용되어 신뢰성과 함께 fail-safe성을 중요시하여 왔다. 즉, 고장시 안전측으로 시스템을 제한하도록 하는 방법이다. 반도체 기술의 발달로 신호장치가 반도체를 기반으로 하는 신호시스템으로 변화하여 왔고 소형,경량화가 이루어짐에 따라 마이크로컴퓨터를 이용한 다중화를 통해 안정성을 확보해 나가고 있다. 연동장치의 경우 릴레이를 이용하던 것이 반도체화 릴레이가 가능하게 되었고 이것은 대폭적인 스페이스의 절감과 보수를 위한 인간의 노력을 격감시키게 되었다.

그림 6은 반도체화하여 가는 연동장치 SSI(Solid-state Interlocking)의 기본적인 모습을 보여주는 것으로 제어소에는 그 영역의 복잡성이나 크기에 따라 하나 또는 그 이상의 마이크로컴퓨터 연동기가 놓여 있고 수 많은 스위치와 명령에 추종하는 Multiplexing 기능을 갖춘 제어판(Control panel)과 진단시스템을 갖춘 Maintenance 터미널을 갖추고 있다.

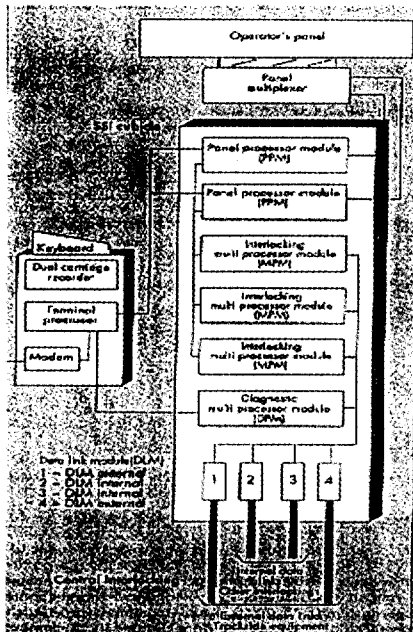


그림 7. SSI시스템의 기본적 모습

SSI시스템을 갖추으로써 종전의 릴레이로 구성된 설비에 비해 저렴하고 신뢰성이 향상되고 집체만한 크기의 설비가 콤팩트한 구조로 바뀌며 소비전력도 현격히 감소될 수 있으며 그 뿐만이 아니라 유지보수 및 고장진단 또한 간편한 신호설비가 구현된다.

#### 4.2 철도신호의 Intelligent화

요즈음의 철도 서브 시스템레벨에서는 승차감의 개선, 제어정밀도의 향상, 에너지절약, maintenance의 용이성, 경량화, 저가격화, 고신뢰화등 고성능화가 중시되고 있다. 여기에서 조작성이 용이하고 승차감이 좋게 정착시키기 위한 브레이크의 예측제어, 하중이나 선로의 상태에 따라 대차의 스프링이나 damper계수를 변화시키는 적응제어, 이것을 발전시켜 기억시켜 놓은 곡선 정보로부터 차체의 경사각을 결정짓는 등 고성능화 열차를 지향하는 경우 엄청난 양의 정보가 필요하고 이를 나타내는 것이 필요하다. 서울 지하철등에서 흔히 볼 수 있는 LED 매트릭스가 각 차량에 부착되어 있어 필요 정보를 서비스하고 있다. 외국의 경우 액정 디스플레이를 통하여 다양한 정보를 제공하여 주는데 이들 정보는 신호통신설비를 통해서 공급되고 있다. 이 고기능의 Intelligent열차를 위하여 차상과 지상간의 정보교환을 위하여 고속의 신호설비와 통신설비가 필요하다.

#### 4.3 다양한 시스템의 통합

유럽의 공동체에서 볼 수 있는 것이 시스템 통합의 대표적인 예로 유럽 연합 회원국에서 볼 수 있는 신호는 표1에서 보는 바와 같이 다양하고 이들 시스템을 통합하고자 하는 프로젝트가 ETCS(European Train Control System)이다. 유럽은 EU 위원회에서 UIC표준화에 시작된 통합작업이 착실히 진행되어 다양한 소속회원의 시스템을 EURO-CAB, EURO-BALISE, EURORADIO등으로 통합하는 작업을 진행하고 있다.

표 1. 유럽의 다양한 신호시스템

Train control systems within the CER			
Country	Railway	Conventional lines	High speed lines
Austria	ÖBB	Indusi	LZB, Indusi
Belgium	SNCF/NMBS	Track contact, TBL	
Denmark	DSB	ZUB 123	
England	BR	AWS	
France	SNCF	Track contact, KVB	TVM 300/430
Germany	DB/DR	Indusi	LZB, Indusi
Italy	FS	BACC(50Hz)	BACC(50, 178 Hz)
Luxembourg	CFL	Track contact	
Netherlands	NS	ATB	
Spain	RENFE	ASPA	LZB
Switzerland	SBB/CFE FFS	Signum, ZUB 121	

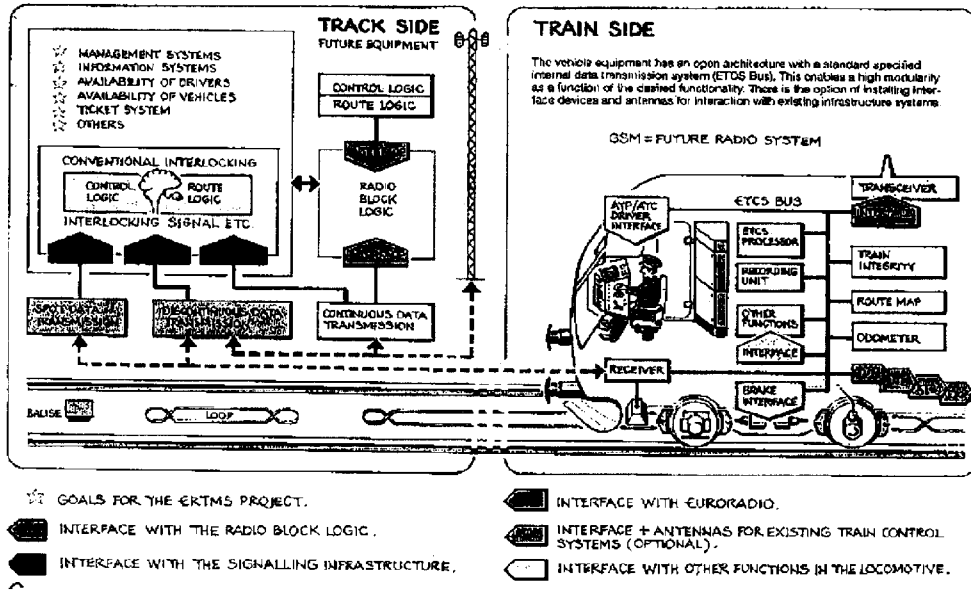


그림 8. ETCS의 통합 신호시스템

#### 4.4 디지털신호화

ATC에서 전달되는 정보의 양을 증가시키기 위하여 1주파방식에서 2주파방식으로 전환되어 왔는데 이 증가량은 한정된 양으로 요즈음 요구되고 있는 다양한 정보를 전달할 수는 없다. 따라서 기존 시스템을 유지하면서 요구되는 정보량을 충족시키기 위하여 정보의 디지털화가 필수적이다. 기존의 ATC는 (1) 속도향상시 새로운 속도신호를 할당하기 위하여 지상장치나 열차를 포함한 차상장치의 개량이 필요함. (2) 다단브레이크제어를 위하여 속도마다의 여유거리가 필요하여 운전시각의 단축이 피해지지 않음. (3) 예고 없이 최대감속도의 상용 브레이크가 걸리기 때문에 승차감이 좋지않음 등의 결점이 있는 반면 디지털 ATC는 궤도회

로에 의해 열차를 검지하고 지상으로부터 차상으로 궤도회로를 통해 연속적으로 전송함으로써 종래의 ATC의 안전성을 확보하면서 그 결점을 해소하기 위해 차상을 Intelligent화하고 지상으로부터는 디지털부호에 의해 전방열차까지의 거리를 전송하고 차상에서 각 열차의 성능에 맞는 브레이크 패턴을 발생시켜 주행하는 효율좋은 운전능을 가능케 한다.

### 5. 우리의 실정

#### 5.1 철도전반의 기술수준

그동안 우리나라는 고도성장기의 산업화 과정에서 자동차에 의한 도로교통은 비약적으로 발전하여 온 반면 철도

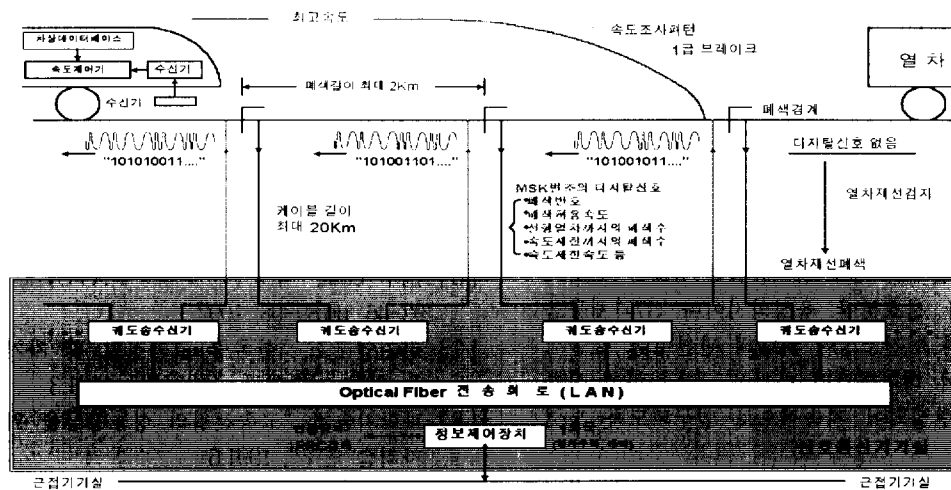


그림 9. 디지털 ATC의 적용예

분야는 보수성과 핵심적인 부분의 기술개발이 이루어지지 않아 다른 산업과는 달리 현 시점에서 낙후성을 면치 못하고 있다.

그동안 서울지하철을 비롯하여 대도시를 중심으로 한 지하철건설이 활기를 띠고 있어 기술도입에 따른 중저속 차량산업에서 약간의 기술축적이 이루어졌다고는 보나 그 핵심적 부품이나 시스템은 아직껏 외국에 의존하고 있고 타 분야와 마찬가지로 철도산업의 고부가, 첨단기술에 대한 우리의 수준은 상당히 취약하다고 할 수 있다. 정부 고속전철의 도입에 따른 기간산업의 육성과 기술축적이라는 명제도 언제까지 되풀이되는 부실의 발목으로부터 벗어나지 못하고 있고 G7과제로 연구개발이 진행되고는 있으나 그 실효성 여부는 아직 미궁에 빠져 있는 상황이다.

### 5.2 신호시스템의 실정

신호시스템은 열차의 운행에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 열차의 안전과 직결되기 때문에 대량 수송시스템에서는 가장 중요시 여겨야 할 기술이다. 만일 신호시스템에 조그마한 결함이라도 발생하면 이것은 대형사고로 이어질 수 있기 때문에 안전을 위한 2중, 3중의 보완벽이 쳐지게 된다. 그런데 철도분야에서도 이런 점 때문에 신호시스템의 발전이 이루어지지 않고 있는 현실이다. 철도운영자의 입장에서 보아 이러한 대형사고에 대한 확신을 갖을 수 없기 때문에 선진국에서 검증된 시스템이라야만 책임을 모면할 수 있고 차질없이 운용이 가능하다는 판단이다.

그동안 신호설비에 참여하여 온 대표적인 기업으로는 금성산전, 동양특수기공, 유경통신, 대영전자, 사림등을 들 수 있는데 일부 기업체에서는 연구인력을 활용하여 우수하고 독자적인 제품을 개발한 적도 있었으나 정작 이를 사용하여 그 우수성을 입증하여야 할 운영자측에서 이들 제품의 사용을 기피하고 있어 많은 인력과 비용을 들여 개발한 제품이 빛을 보지 못한채 사장되어 버려 연구개발에 대한 의욕을 상실하게 되었다.

이를 극복하기 위하여는 철도선진국이 중심이 된 인증기관을 통해 인정받아야 하나 각 나라마다 지리적인 조건과 기후, 환경등이 다르기 때문에 그 표준이 달라 우리의 독자적인 기술을 인정받기는 어려운 형편이다.

### 5.3 앞으로의 방향

철도신호분야의 기술수준 제고 및 경쟁력 강화를 위하여 무엇보다 정부에서의 신호분야 육성의지이며 G7과제등을 통한 장기적인 투자와 여건조성이 최대의 관건이다. 효율적인 기술개발을 위하여 대기업간의 마찰을 극소화하여 상호 협조하는 협의체가 형성되어 지속적으로 연구되도록 노력하여야 할 것이다.

철도운영자가 신뢰하고 사용할 수 있도록 하기 위하여는 국내의 독자적 표준화 사업이 차질없이 수행되어야 하고 표준화된 기기의 인증기관이 설치되어 인증받은 제품에 대한 신뢰성을 높여 가야 할 것이다.

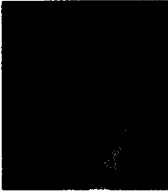
## 6. 결 론

지금까지 본 보고에서는 열차에서 사용되는 신호의 변천과정과 신호시스템의 현황을 살펴보고 철도의 고속화와 고밀도화와 더불어 새로운 방향으로 변혁하는 방향과 그 전망을 알아 보았다.

우리나라는 300km/h에 달하는 속도의 경부, 호남고속전철시대에 도달해 있다. 서울을 비롯한 대도시는 앞을 다투어 지하철을 건설하려 하고 있다. 이 시점에서 철도신호시스템의 기술의 단계와 우리의 실정을 재조명 해 보았다.

## 참 고 문 헌

- [1] F.Schmid and N.Konig, "Reliability demands the simplification of train control techniques", Railway Gazette International, pp.561-564, 1995.9
- [2] E.P.Curzon, "Astree real-time train supervision will complement ETCS development", Railway Gazette International, pp.567-570, 1994.9
- [3] 박정수, 장대식, 김양모, "FSK에 의한 디지털 ATS시스템", 전기학회 하계학술대회, pp.460-462, 1995.7
- [4] 田口, 秋田, 高重, "デジタルATCの導入効果の解析", 鐵道總研報告, Vol.6, No.7, pp.45-54, 1992.7
- [5] G.Vernazza, R.Zunino, "A distributed intelligence methodology for railway traffic control", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol.39, No.3, pp.263-270, 1990.8
- [6] 橋本 et.al, "インテリジェントATC装置の開発", TER-92-46, pp.89-98, 1992
- [7] 전기연구소, "한국형 고속전철 및 자기부상열차 개발을 위한 기술연구 준비사업", 1991.3
- [8] 과학기술처, "고속전철의 성능향상을 위한 전기 및 전자기술 연구", 1991.6



**김양모(金良模)**

1950년 3월 29일생. 1973년 서울대 공대  
공업교육(전자)과 졸업. 1975년 동 대학원  
공업교육(전자)과 졸업(석사). 1986년 일본  
동경대 공학부 전자공학과 졸업(공학박).  
1979년~현재 충남대 전기공학과 교수.

1990년 미국 버지니아테크 방문교수. 주관심분야는 Railway  
Systems, Power Electronics 등임.



**박석하(朴錫夏)**

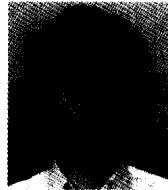
1967년 12월 15일생. 1993년 충남대 공대  
전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기  
공학과 졸업(석사). 1996년 ~ 현재 동 대  
학원 전기공학과 박사과정 재학중. 주관심  
분야는 Railway Signal Systems, Power

Electronics 등임.



**안상권(安相權)**

1969년 3월 15일생. 1994년 충남대 공대  
전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 전기공  
학과 석사과정..



**윤여원(尹汝源)**

1971년 6월 16일생. 1996년 충남대 공대  
전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 전기공  
학과 석사과정