

열차제어시스템의 발전 및 이해



고영환
부산김해경전철운영(주) 사장
khyow@hanmail.net

1899년 9월 18일 우리나라에 최초의 경인선 철도와 서울에 노면전차가 1899년 5월 17일 도입(1966년 5월 폐선) 개통 된지도 벌써 125년이 지났으며, 철도의 성장 발전과 함께 열차제어시스템 또한 많은 발전을 거듭하고 있다.

초기 기수가 말을 타고 열차에 선행하여 이상 유무를 열차에 알려주는 방식의 수신호를 시작으로 철도종사원의 취급을 통한 완목식신호기, 통표 등의 기계식 신호방식을 지나 전기를 이용한 연동장치 및 궤도회로의 개발이후 철도종사원의 개입 없이 자동으로 열차의 진행가능여부를 기관사에게 신호기로 알려주는 지상신호방식으로 발전되어왔다.

이후 신호설비는 자동열차정지, 방호, 운전기능 등의 차상신호방식의 신호설비들이 개발되면서 열차의 진행가능 여부를 알려주는 역할에서 벗어나 열차의 진행 및 정지를 직접 제어하는 열차제어시스템으로 현재까지도 발전을 거듭하고 있다.

1974년 도입된 서울에 도시철도가 도입된 후 열차제어 시스템은 기관사와 차장이 탑승하는 2인승무 시스템으로 서울 1, 2호선의 지상신호방식인 자동열차정지장치(ATS¹⁾)를 거쳐 서울 3, 4호선의 자동열차제어장치(ATC²⁾)가 도입되었다.

이후 기관사가 차장의 역할까지 수행하는 1인 승무방식



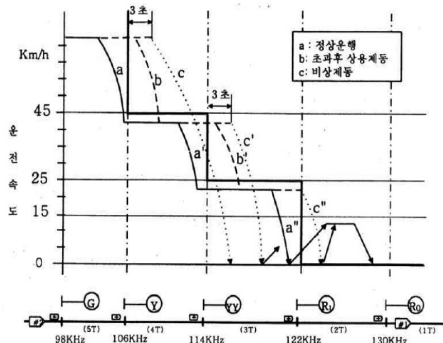
1) ATS(Automatic Train Stop) : 자동열차정지장치
2) ATC(Automatic Train Control) : 자동열차제어장치



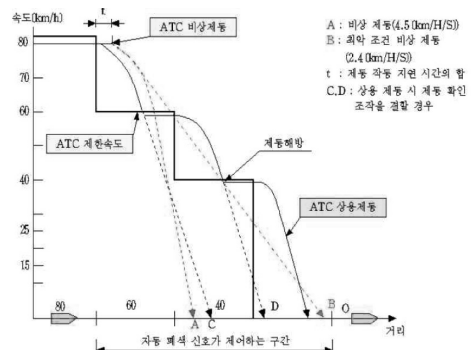
〈그림 1〉 수신호 및 통표



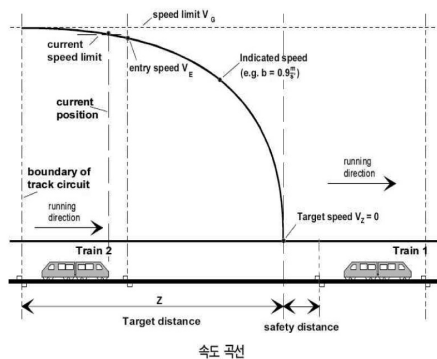
〈그림 2〉 완목식 신호기



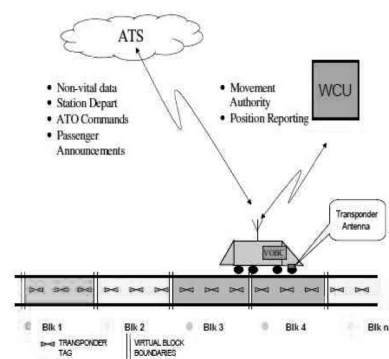
〈그림 3〉 ATS 방식(지상신호) : 서울지하철 1, 2호선 등에 적용, 접제어식



〈그림 4〉 ATC 방식(차상신호) : 서울지하철 3, 4호선 등에 적용, 연속제어식



〈그림 5〉 ATO 방식 : 서울지하철 5~8호선 등에 적용, 열차자동운전 방식



〈그림 6〉 CBTC 방식 : 부산김해경전철 및 신분당선에 적용, 무선통신 열차제어

으로 서울 5~9호선 및 지방 도시철도에 차상신호방식인 자동열차방호/운전장치(ATP³⁾/ATO⁴⁾가 도입되었다. 현재

부산김해경전철, 신분당선 등의 무선통신기반열차제어시스템(CBTC⁵⁾ 및 용인, 의정부의 경전철 또한 무인으로 자

- 3) ATP(Automatic Train Protection) : 자동열차방호장치
- 4) ATO(Automatic Train Operation) : 자동열차운전장치
- 5) CBTC(Communication Based Train Control) : 통신기반 열차제어시스템

동열차운전이 가능한 열차제어시스템이 적용되어 있다.

1995년 서울 5호선에 ATO 시스템이 도입된 지도 벌써 20년이 되었으며, 이후 도입된 철도는 모두 ATO가 적용되었으나 ATO 시스템 또한 구분이 필요한 부분이 있어 이 자리를 빌어 설명하고자 한다.

국내에 도입된 ATO 시스템은 각각의 공급사 및 도입시기가 달라 일률적인 구분은 어렵지만 기관사가 필요한 방식과 기관사가 없이 무인운전이 가능한 방식으로 나뉜다.

아래는 국내 도시철도의 ATO시스템에 대한 비교표이다.

즉, 관제에서 조치가 가능한지의 여부가 1인운전 ATO와 무인운전 ATO로 구분할 수 있다.

최근 도입된 경량전철이 무인운전 ATO로 구분할 수 있으나, 아직까지는 운전이 필요없는[Driverless] 방식이며 완전한 무인운전[Manless]이 적용되었다고 보기는 약간은 미흡한 시스템이다.

부산김해경전철의 경우 감시시스템 및 관제의 원격조치가 가능하나 일부분에 적용되어 있으며, 특히 차량고장에 대하여는 고장의 인식가능여부도 아직 완전하지 못하며 관제의 조치도 불가능하다. 그에 대한 대비로 역근무자가 임시조치 및 수동운전 자격 등을 보유하여 대비하고 있다.

실제로 실현이 어려우나, 완전한 무인운전이 가능하려면 많은 시스템적인 보완사항이 필요하다.

우선 차량 및 신호시스템의 기능에 대한 감시시스템이 구축되고, 이 시스템은 열차운행과 관련된 모든 고장을 관제에서 사전에 인식하여 조치를 할 수 있어야 한다.

고장이 발생한 경우 어떤 하부 시스템의 고장으로 인하여 발생한 장애인지 파악이 되어야만 조치가 가능 할 것이다.

둘째로 차량 및 신호시스템은 2중계로 구성되고 관제에서 원격절체 및 리셋이 가능하여야 할 것이다.

유지보수인력의 투입 없이 조치가 가능하려면 우선 문제가 발생한 하부시스템의 기능을 정지시키고 예비 시스템으로 절체가 원격으로 가능하여야 한다.

이로 인해 대부분의 고장이 원격으로 해소 될 수 있을 때 진정한 무인운전이 가능 할 것이다.

현재 열차제어시스템은 빠르게 발전하고 있으며, 제어의 영역도 넓어지고 있다. 서두에 언급한바와 같이 단순히 선행열차의 유무를 알려주는 역할에서 직접열차를 제어하고 운전하는 역할을 수행하고 있다. 철도의 발전과 더불어 열차제어시스템의 역할도 점점 더 발전 및 확대 될 것이다. ☺

<표 1> 국내 도시철도의 ATO시스템에 대한 비교

구분		부산김해경전철 등 경량전철	서울 5-8호선	광주지하철
신호 고장	감시시스템	○	○	○
	시스템 2중계	○	○	○
	관제조치가가능여부 [원격 절체 및 리셋]	△ ⁶⁾	X	X
차량 고장	감시시스템	○	○	○
	고장상황 인식기능	△ ⁷⁾	X	X
	관제조치가가능여부 [원격 절체 및 리셋]	X [출입문 개폐가능]	X	X
기관사운영		무인운전	1인승무	1인승무
자동운전가능 여부		가능	가능	가능

6) 신호고장에 대한 관제의 원격조치는 일정부분[2계로 절체 및 리셋]에서 가능하다.

7) 차량고장에 대한 인식기능은 아주 일부에 그친다.