

수동운전 모드에서 정위치 정차 방법 및 연동 시스템

System and method for accurate train stop in manual operation mode

손영진* 안청모** 정동윤*** 박병노****

Son, Young-Jin Ahn, Cheong-Mo Jeong, Dong-Yoon Park, Byoung-No

ABSTRACT

The platform screen door(PSD) hasn't been installed yet within the manual operation system, that is, ATS & ATC Signal system. In other countries, it is mostly installed and operated within automatic operation system, that is, ATO. Especially, as a part of the environment friendly system installation, the installation of PSD shall be considered aggressively to improve the air quality in the underground area and to maintain the air-conditioning. Besides the number of suicides in the subway station gets increased these days causing safety hazard, so the installation of PSD is positively reviewed. To install PSD in the manual operation system, it is important to stop the train at the correct position. So we would like to suggest the technical system thereby.

1. 서 론

운행초기의 지하철은 단지 수송수단으로서의 역할만이 요구되었으나, 현재의 지하철은 이용빈도가 많아지고 승강장에 체류하는 시간이 길어짐에 따라 단순한 수송수단이 아닌 하나의 생활공간으로서의 역할도 만족시켜야 하는 상황에 이르렀다. 또한 전반적인 생활 수준이 향상됨에 따라 지하철내의 환경에 대한 이용자들의 쾌적함과 승객의 안전성에 대한 인식이 높아지고 있으며, 환경개선에 대한 문제가 계속 제기되고 있는 실정이다.

따라서 최근 신설되고 있는 광주, 대전, 대구지하철의 일부역사와 2007년 완공 예정인 서울지하철 9호선의 모든 역사의 승강장에 스크린도어(Platform Screen Door-PSD)가 설치될 예정이며, 수동운전을 하고 있는 서울지하철(1~4호선)에서도 기본설계를 진행중에 있어 이용객 증가에 따른 보다 안전하고 쾌적한 지하철의 환경조성에 스크린도어의 역할과 기능이 결정적으로 기여할 것으로 여겨진다.

* 서울지하철공사 기술연구실 실장, 정회원

** 서울지하철공사 기술연구실, 비회원

*** 서울지하철공사 기술연구실, 비회원

**** 서울지하철공사 기술연구실, 정회원

현재 PSD는 자동운전취급(ATO : Automatic Train Operation) 구간에만 설치되어 운영되고 있으며, 1~4호선처럼 ATS, ATC 구간의 수동 운전 시스템에서는 아직 설치한 사례가 없다. ATO에서는 플랫폼 정위치 정차는 물론 PSD와의 연동도 자동 시스템으로 이루어지고 있으나 ATS, ATC 구간에 PSD를 설치 운영하기 위해서는 정위치 정차에 대한 기술적 검토가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 수동운전 구간에서 전동차의 설계 변경 없이 승강장 플랫폼에서 정위치 정차 방법과 PSD와 연동 시스템에 대한 기술적 방안을 기술하고자 한다.

2. ATS, ATC 시스템

2.1. ATS(Automatic Train Stop)장치 : 점 제어방식 시스템

지상신호조건에 따라 그 지점에서 제공 받은 정보를 다음구간까지 기억하고 운전하며 승무원이 수동 취급하여, 악천후(안개, 눈보라, 폭풍우) 또는 승무원의 신체적인 결함으로 무의식 상태에서 신호현시와 무관하게 제한속도를 3초 이상 초과 시는 비상제동체결로 자동 정지 되어 안전사고를 방지한다.

신호기는 모양, 색등을 이용 전방 열차위치 및 선로조건에 따라 자동적으로 진행신호부터 정지신호까지 운행 조건을 지시 하여 안전하게 운전할 수 있게 하는 장치이다.

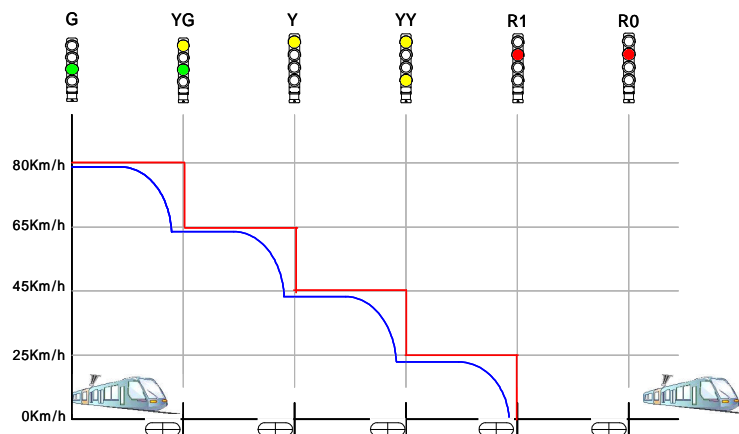


그림1. ATS 운전제어 곡선

2.2 ATC(Automatic Train Control)장치 : 연속제어 방식

선행열차의 위치와 선로의 제반조건(운행진로, 곡선)에 따라 열차운전속도를 신호정보 전송장치(임피던스본드)를 통해 레일을 이용, 열차의 Pick-Up코일에서 수신하여 차내 신호기에 현시 된 제한속도와 허용속도를 비교하여 허용속도를 유지하며 운행한다.

ATC 신호보안설비 1개의 폐색구간은 전방의 열차 점유 및 궤도의 상황에 따라 최고의 속도정보를 송신하며, 열차는 픽업코일을 통하여 수신된 정보를 차상의 ADU(열차 운전모드 표시창)에 지시속도로 표시한다.

이러한 ADU는 지시속도와 열차 실제속도를 비교하여 실제속도가 지시속도 이상이면 3초간 지연시간을 제공하다 경보음이 울린다. 승무원은 지연시간 이내에 상용제동으로 지시속도이하

로 감속해야 하며, 열차의 운행속도가 허용속도 초과시 자동으로 제동이 체결되어 감속하는 장치로 열차를 안전하게 운행할 수 있게 하는 장치이다.

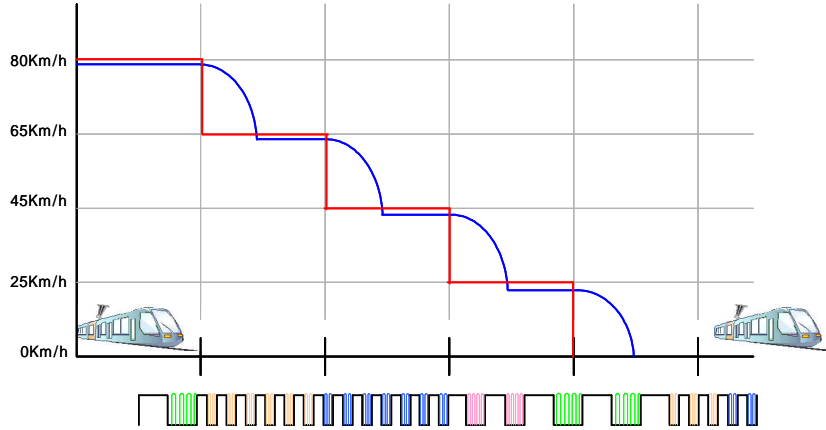


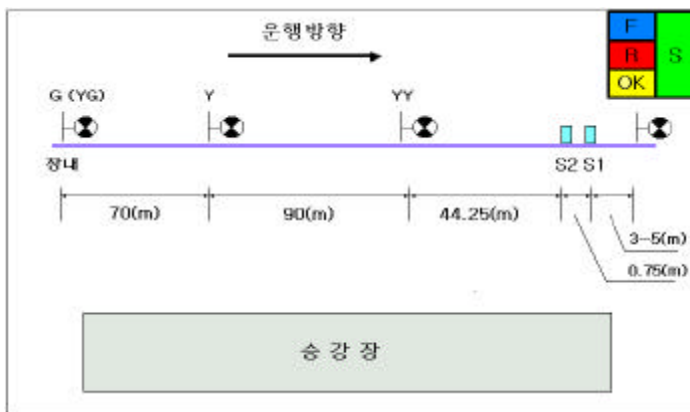
그림2. ATC 운전제어 곡선

3. 승강장 정위치 정차 및 연동 시스템

3.1 ATS Mode에서 승강장 정위치 정차 및 연동 시스템

1) 정위치 정차 방안

승강장 진입 장내 신호기에서 70m내방에 Code45를 설치하고 그 후방 90m(연장160m)지점에 Code25 고정 발진기를 설치 한다. 센서2와 센서1은 후방 44.25m 지점에 750mm 간격으로 설치하여 정위치 정차 여부를 검출한다. 열차가 정위치 정차 센서에 못 미치는 위치에 정차할 경우는 “더 전진하십시오” 라는 “F” Lamp가 점등되고 , 센서2와 센서1을 모두 지나 정차 하는 경우는 “후진하십시오” 라는 “R” Lamp가 점등되며 , 센서2에서는 검출되고 센서1에서는 열차가 검출되지 않을 경우는 “OK” Lamp가 점등된다. PSD의 출입문이 정상적으로 취급되고, 열차 출발 준비가 완료되면 “S” Lamp가 점등되도록 표시램프 세트를 설치한다.



- [범례]
- F : 정위치 정차 전진 표시등
 - R : 정위치 정차 후진 표시등
 - OK : 정위치 정차 표시등
 - S : 스크린도어 닫힘 표시등
 - S1, S2 : 정위치 정차 센서

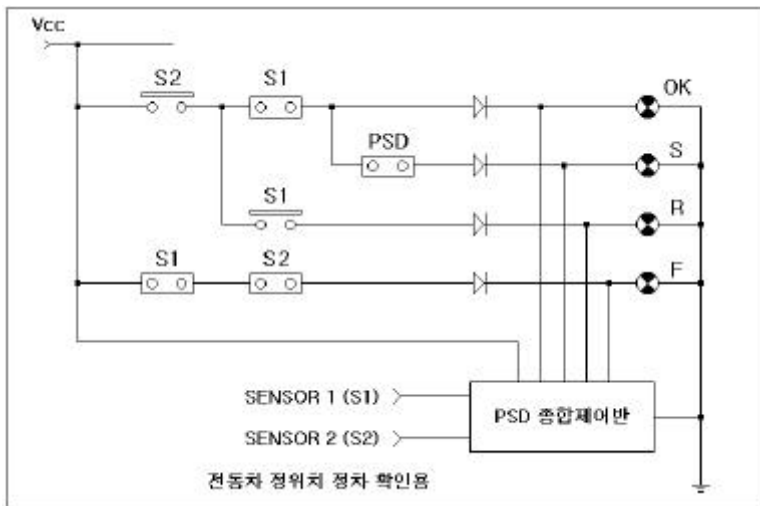
그림3. 감속 Code 및 정차 감시 센서와 간격과 승강장 표시램프

2) 감속 고정발전기 Code, 정위치 정차 센서의 기능 및 연동 시스템

가. ATS용 고정 감속 Code는 분선과 별도의 장내 신호기 내방 70m지점에서 1차로 속도가 감속(60km/h → 45km/h)되며 신호기 내방 90m지점에서는 2차로 속도를 감속(25km/h)시켜, 정위치 정차지점 센서2와 센서1 사이에 정위치 정차하도록 유도하여, PSD와 열차 출입문과의 허용오차 범위(± 500mm)이내에서 정차하도록 한다.

나. 센서는 광학 센서나 초음파를 이용하여 빛을 반사판에 주사, 초음파나 빛이 되돌아오는 시간을 인식(연산) 하여 물체(열차)의 위치 확인하는 기능을 구현한다.

다. PSD의 동작은 승강장 표시램프에 "OK"가 점등된 상태에서 열차 출입문의 형상을 CCD Camera로 기억(단힘, 열림) 시킨 상태에서 형상변화에 따라 연동되어 동작 되도록 한다.



[범례]

- F : 정위치 정차 전진 표시등
- R : 정위치 정차 후진 표시등
- OK : 정위치 정차 표시등
- S : 스크린도어 닫힘 표시등
- S1, S2 : 정위치 정차 센서
- PSD : 스크린도어 계전기

그림4. 정위치 정차 및 PSD 연동 Block Diagram

3.2 ATC Mode에서 승강장 정위치 정차 및 연동 시스템

승무원의 판단에 의존하여 정차하던 방법을 정확한 정위치 정차의 유도 및 승무원의 판단 착오에 의한 과주방지를 겸할 수 있는 방안으로 AF궤도지상설비의 보완 및 추가 설치 등을 통하여 열차가 일정속도이상의 속도 정보를 수신하지 못하도록 구성할 수 있다.

제1안으로 승강장 장내 폐색구간을 구성하는 AF궤도지상설비를 속도code 6.6(40km/h)이하의 속도를 송신하도록 구성하여 지시속도 이상에서 실제속도가 유지되어 3초후 비상 제동이 체결되더라도 승강장 정차장 구내이내에서 열차가 정차하도록 구성한다.

제2안은 장내 폐색구간 진입은 최고속도 진입을 허용하고 장내시작 구간부터 170m지점에 속도code 5.0(25km/h)을 지시하도록 AF궤도지상설비를 분할하여 추가설치 한다면 유사시에도 열차 정위치 정차를 유도할 수 있다.

1) 정위치 정차 방안

가. 신호설비 보완 및 추가설치

□ 제1안 - 장내폐색구간의 속도code 6.6(40km/h)보완 하여 속도를 송신하도록 구성

속도code	6.6(40km/h)이하
신호설비	기존 AF궤도회로 설비 점점변경
승무원	지시속도 이상진입시 확인제동
추가예산	불필요

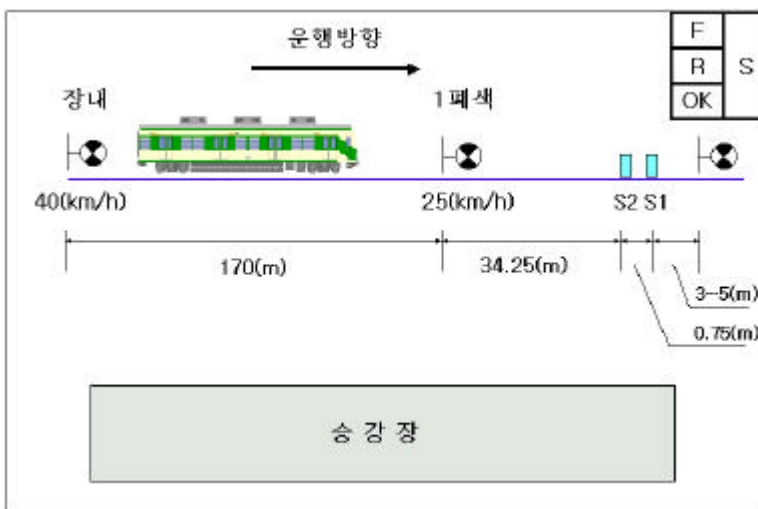
□ 제2안 - 장내시작 구간부터 170m 지점 AF궤도지상설비 분할 추가설치

속도code	5.0(25km/h)이하
신호설비	궤도회로 분할 및 MB추가설치
승무원	확인제동 취급 불필요
추가예산	예산사업

나. 정위치 정차의 경우

제1안 및 2안의 과정에 따라 열차가 정위치 정차되면 PSD가 동작이 가능 하게 Lamp OK가 점등된다.

PSD 출입문 취급이 종료되면 열차가 출발해도 좋다는 Lamp S가 점등된다.



[범례]

F : 정위치 정차 전진 표시등

R : 정위치 정차 후진 표시등

OK : 정위치 정차 표시등

S : 스크린도어 닫힘 표시등

S1, S2 : 정위치 정차 센서

그림5. AF궤도회로 및 정차 감시 센서 간격과 승강장 표시램프

3. 결론

본 연구는 수동운전구간에서 승무원의 판단에 의하여 승강장 플랫폼에 인위적으로 정차 위치를 맞추던 것을 ATS 구간에서는 고정 발진기 속도45 및 25에 의하여 열차를 감속시키고, ATC 구간에서는 궤도 분할 및 결선변경을 통하여 열차를 감속시킨후 정위치 정차를 감시할 수 있는 센서를 설치하여 정밀하고 안전한 정위치 정차 방법을 시스템으로 구현하는 방안에 대하여 연구하였다.

열차와 PSD와의 연동시스템은 PSD를 주(Master)로 구축하고, 해당 열차를 부(Slave)로 하여 PSD의 출입문이 열차의 출입문 보다 개·폐 속도가 빠르도록 하였으며, 항상 PSD출입문이 닫힌 상태에서 열차 출발 기능을 부여하는 안전 연동 시스템을 구현하였다.

본 연구에 의한 시스템은 승강장 플랫폼을 회송 및 역 통과가 필요할 때는 해당 열차의 신호개방 스위치를 취급하면 해당 역을 통과 할 수 있으며, PSD 미설치 승강장에서도 정위치 정차 시스템으로 활용하면 열차의 정위치 정차에 대한 불안을 해소시켜 안전운행에 이바지 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김영태(2003년), “신호제어시스템”, 테크미디어
2. 신호실무교재(2000년),서울지하철공사
3. 윤만수(2002년) “센서제어공학”, 일진사
4. Train control system Matra Transport(1995.8)
5. Railway Control Systems A&C Black(1991)