

국내 열차제어시스템의 용어 정의에 관한 연구

A Study on the Definition of Terms for Domestic Train Control System

박주훈*[†], 김희식** , 홍상아* , 장선영*

Ju-Hun Park *[†], Hui Sik Kim ** , Sang-A Hong * , Sun Young Jang *

Abstract Train signaling system in domestic high speed and main line railway has operated Automatic Train Control(ATC), Automatic Train Stop(ATS), and Automatic Train Protection(ATP). As European Train Control System(ETCS) Level 1 has been introduced since 2003, ATS has been upgraded with ATP. However, the various meanings of the term cause confusing because it of the train signaling system was not clearly defined. For example, ATP means that one is equal performance with ETCS Level 1. Another is wayside and on-board ATP device. The other is a product manufactured by the supplier. In this paper review terms of domestic train control system and we suggest to be helpful to define appropriate term.

Keywords : Automatic Train Control, Automatic Train Stop, Automatic Train Protection, ETCS Level 1

초 록 국내 운영중인 고속 및 간선철도 신호시스템은 자동열차제어장치(Automatic Train Control), 자동열차정지장치(Automatic Train Stop), 자동열차방호장치(Automatic Train Protection)로 분류할 수 있으며, 2003년부터 유럽표준 열차제어시스템(ETCS Level 1)을 도입하여 기존 자동열차정지장치(ATS)에서 자동열차방호장치(ATP)로 개량하였다. 그러나 철도 신호시스템에 사용되는 용어가 명확히 정의되지 않아 ETCS Level 1과 동일한 시스템을 의미하는 ATP, 지상 및 차장설비에 적용되는 장치의 ATP, 신호업체에서 제작하는 제품을 지칭하는 ATP와 같이 다양한 의미로 쓰이고 있어 사용자 간 혼선이 일고 있다. 본 논문에서는 기존 사용중인 열차제어시스템 용어를 검토하고 혼용되는 단어 정의에 도움이 되고자 국내 철도 신호시스템 분야에 맞는 용어를 제안하였다.

주요어 : 자동열차제어장치, 자동열차정지장치, 자동열차방호장치, 유럽표준 열차제어시스템

1. 서 론

열차제어시스템은 열차자동정지장치(ATS), 열차자동방호장치(ATP), 열차자동제어장치(ATC), 무선통신기반 열차제어시스템(CBTC)로 분류 할 수 있다. 그러나 유럽의 표준열차제어시스템인 ETCS의 도입과 국가R&D로 개발한 이동폐색장치(MBS), 한국형무선기반열차제어시스템(KRTCS) 등 동일한 의미의 용어가 생성되어 열차제어시스템 이해에 혼란을 주고 있다.

본 논문에서는 국내에서 운영하고 있는 열차제어시스템을 검토하여 열차제어방식에 따라 분류하고 용어의 혼돈이 발생하는 열차자동방호장치의 의미 및 기능을 분류하고자 한다.

† 교신저자: 한국철도공사 연구원 기술연구처(parkju@korail.com)

* 한국철도공사 연구원 기술연구처

** 서울시립대학교 공과대학 전자전기컴퓨터공학부

2. 본 론

2.1 열차제어시스템

2.1.1 열차자동정지장치(ATS)

지상신호현시 방식에서 정지신호현시를 무시하고 운행할 경우 또는 현시에 따른 제한속도 이상으로 운행할 경우 설정시간 이내에 제동 또는 지정속도로 감속조작을 하지 않으면 자동으로 열차를 안전하게 정지시키는 장치이다.[6] 전자의 방식을 점제어식이라 하고, 후자의 방식을 속도조사식이라 한다. 이런 열차자동정지장치는 지상에 콘덴서와 코일로 된 백색의 지상자를 사용하고 있으며, 차상장치는 지상자 위를 통과할 경우 공진에 의해 동작하게 된다.

2.1.2 열차자동방호장치(ATP)

열차자동방호장치는 궤도회로가 아닌 별도의 Beacon(Balise) 또는 루프코일을 이용하여 열차운행에 필요한 이동권한, 제한속도, 구배 등의 정보를 디지털로 지상에서 차상으로 전송하는 방식이며 Distance-to-go 기능에 의한 차내신호방식이다.

한국철도공사에서 사용하는 ATP 시스템은 유럽의 ETCS Level 1을 국내에 도입한 것으로 지상장치에는 기존 신호장치와 인터페이스 되어 가변정보를 생성하는 선로변제어유니트(LEU)와 지상정보를 차상으로 전송하는 발리스(Balise)로 구성된다. 차상장치는 마이틸컴퓨터, 입출력장치, 운전표시장치, 자료기록장치 안테나 및 정보변환모듈 등이 있다.

Fig 1.는 ATP시스템 구성도이며 Fig 2.는 ATP시스템의 제동곡선이다.

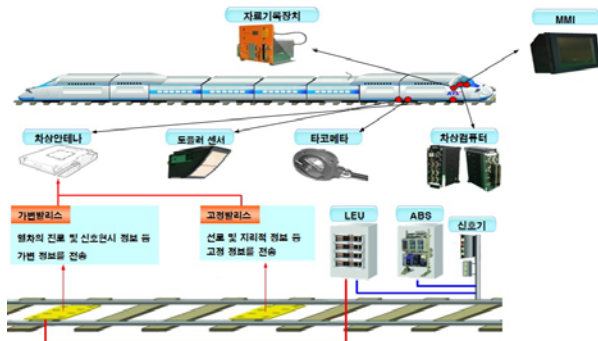


Fig. 1 Configuration of ATP(KORAIL)

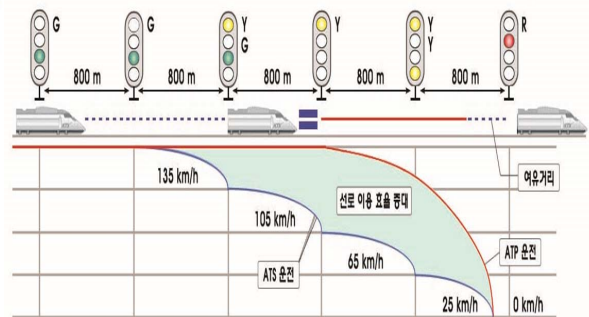


Fig. 2 -ATP Control Curve

ATP 시스템은 유럽의 ETCS Level 1 시스템을 국내에 적용한 것으로 ETCS는 운영 조건에 따라 Level 1, Level 2, Level 3로 구분되며 주요 특징은 Table 1과 같다.

Table 1 ETCS Classification

ETCS	Track Circuit	Signal	Data Communication
Level 1	O	O	Balise
Level 2	O	X(Optional)	Radio
Level 3	X	X	Radio

2.1.3 열차자동제어장치(ATC)

열차자동제어장치는 궤도회로 즉 레일을 통해 열차제어정보를 차상으로 전송하는 방식으로 Speed Step 방식의 ATC(S-ATC)와 Distance to go 방식의 ATC(D-ATC)로 구분된다.

S-ATC 시스템은 Fig. 3과 같이 선행열차의 위치에 따라 궤도회로별 허용속도를 지상에서 차상으로 전송하면 차량은 수신된 허용속도 이하에서 운행하게 된다. S-ATC를 아날로그 ATC라고 하는데 이것은 허용속도 정보를 반송주파수와 속도코드에 의한 주파수변조로 정보가 가공되어 아날로그 신호가 차상으로 전송되기 때문이다.

D-ATC는 열차운행을 위한 궤도회로별 제한속도를 전송하는 것은 S-ATC와 동일하나 차량의 제동곡선 생성을 위해 이동권한(목표거리) 및 구배 등의 정보가 지상에서 차상으로 전송되며 차상컴퓨터는 이런 정보들을 반영하여 제동곡선에 반영하는 차이점이 있다.

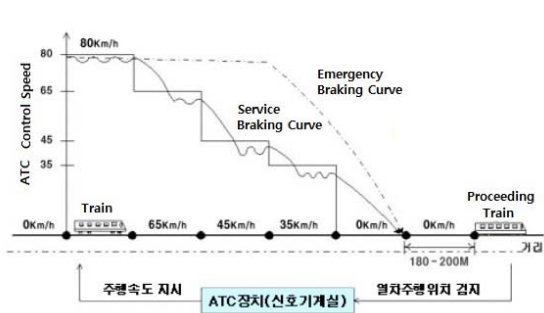


Fig. 3 S-ATC Control Curve

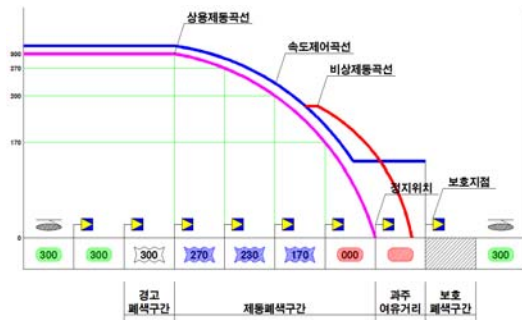


Fig. 4 D-ATC Control Curve

2.1.4 무선통신기반 열차제어시스템(CBTC)

CBTC는 IEEE 1474.1 규격에 따라 제작되는 열차제어시스템으로 궤도회로를 사용하지 않고 열차의 위치를 검지해야 하여 안전을 확보하며, 양방향 무선통신을 이용하여 열차의 정보를 주고 받으며, 자동운전의 기능을 갖는 시스템으로 정의 된다.[5] CBTC 시스템은 크게 자동열차감시장치(ATS), 지상ATP/ATO, 차상ATP/ATO로 구성된다. Fig. 5는 분당선 MBS 연구개발 사업의 CBTC 구성도 이며, Fig. 6는 KRTCS(도시철도)의 시스템의 시스템 구성도이다.

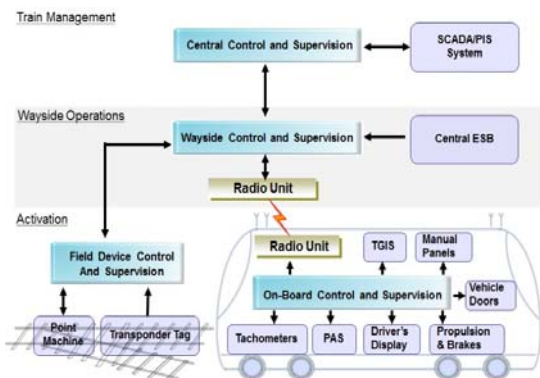


Fig. 5 CBTC system configuration

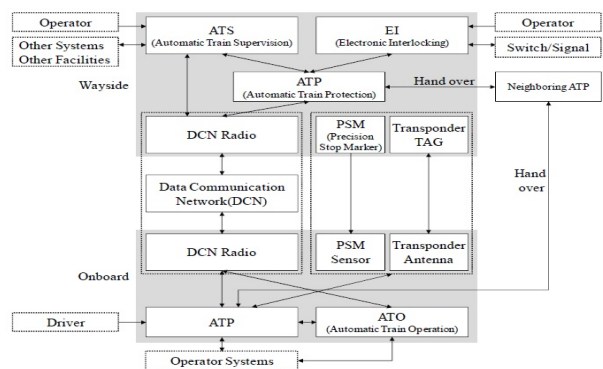


Fig. 6 Configuration of KRTCS[1]

2.1.5 이동폐색시스템(MBS)

궤도회로를 이용하지 않고 열차위치 인식과 열차 추적, 열차 이동권한 등을 차상-지상간 양방향 무선데이터 통신에 의하여 열차를 제어하는 시스템으로 무선통신기반 열차제어시스템(CBTC)의 국가R&D 연구개발 과제명으로 열차제어시스템 명칭에서 제외하기로 한다.

2.1.6 한국형 무선통신기반 열차제어시스템[KRTCS(도시철도)]

KRTCS(도시철도)는 2010년~2014년까지 정부 정책에 따라 국가R&D 연구과제로 개발한 연구과제로 IEEE 1474.1의 규격을 따르고 있으므로 CBTC와 동일한 개념이다.

2.1.7 열차자동운전장치(ATO)

열차자동운전장치(ATO)는 Fig. 7에서 보듯이 열차제어시스템인 ATC 제한속도 이내에서 열차의 출발, 정속운동, 정위치 정차 등을 제어하는 장치로 열차제어시스템의 성격과 차이가 있어 분류에서 제외한다. 또한 ATO장치는 ATC, ATP 장치와 인터페이스하여 시스템을 구성할 수 있으므로 ATC/ATO, ATP/ATC와 같이 열차제어시스템에 추가 사항으로 표시하는 것으로 한다.

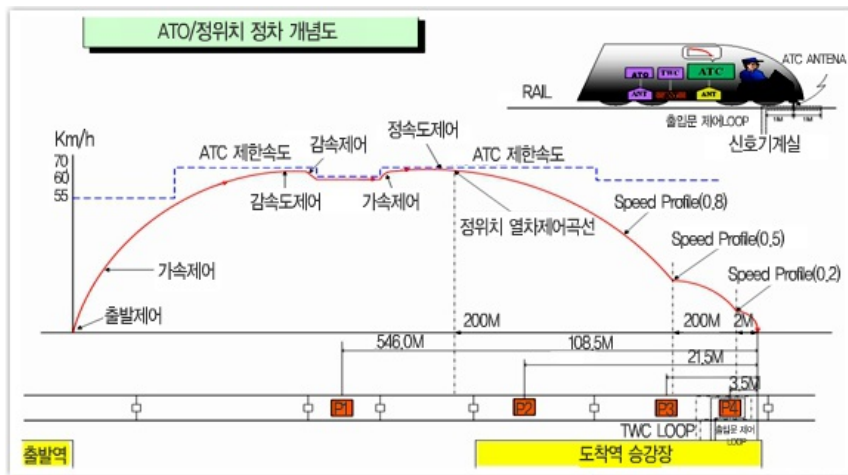


Fig. 7 ATO Control Curve

2.2 열차제어시스템 분류

2.2.1 열차제어시스템 구성장치

열차제어시스템의 구성하기 위한 핵심장치들은 기능에 따라 명칭을 부여하게 된다. Table 2는 열차제어시스템과 구성장치를 분류한 것이다.

Table 2 Device of Train Control System

Train Control System	Wayside Device	On-board Device
ATS	Wayside ATS	On-board ATS
ATP(ETCS Level 1)	LEU/Balise	On-board UNIT EVC
S-ATC	Wayside ATC	On-board Unit

D-ATC	BEC/BES(High speed line) ATC/ATP/ATC(Airport Express etc.)	On-board Unit(High speed line) ATP/ATO(Airport Express etc.)
CBTC	VCC/STC(Shinbundang line) WCU(Uijeongbu LRT) Wayside ATP(R&D)	VOBC/STM(Shinbundang line) OBCU(Uijeongbu LRT) On-board ATP(R&D) CBATP(Korean Railway Standards)
ETCS Level 2	RBC(R&D) Wayside ATP(R&D)	EVC(R&D) On-board ATP(R&D)

2.2.2 열차제어방식에 의한 분류

열차제어시스템을 제어방식에 따라 분류하면 크게 속도제어 방식(Speed Step)과 거리제어 방식(Distance-to-Go) 방식으로 구분된다. Table 3는 열차제어방식에 따른 열차제어시스템을 구분한 것으로 속도제어방식은 자동열차정지장치(ATS)와 자동열차제어장치(S-ATC)로 분류된다. 거리제어 방식은 자동열차방호장치(ATP), 자동열차제어방식(D-ATC), 무선통신기반 열차제어시스템(CBTC)로 구분할 수 있다. 거리제어 방식은 지상에서 이동권한, 제한속도, 구배 등의 정보를 전송하면 차상컴퓨터가 지상정보와 차량의 제동성능, 열차길이 등의 열차특성을 고려하여 허용속도를 결정하므로 차내신호를 사용한다.

Table 3 Classification of Train Control System

System Control System \ Transmission		Beacon/Loop	Track Circuit	Radio Communication
Speed Step		ATS	S-ATC	-
Distance to go	Fixed Black	ATP(ETCS Level 1)	D-ATC	ETCS Level 2
	Moving Black	-	-	ETCS Level 3, CBTC

2.2.3 열차자동방호장치(ATP)의 분류 및 정의

ATP 용어는 Fig. 8과 같이 3가지로 분류하고 정의할 수 있다. 첫째로 거리제어방식의 기능(개념)적 ATP이다. 둘째로 ATC, ATP, CBTC 시스템의 구성요소인 하드웨어에 대한 명칭이다. 마지막으로 지상/차상장치를 통합한 열차제어시스템 전체를 의미하는 시스템명칭이다. 국내에서는 이런 3가지 용어를 ATP로 사용하고 있어 용어의 혼돈이 발생된다.

‘ATP Function’ 과 ‘ATP Device’ 는 유사한 용어로 사용할 수 있으나 ‘ATP System’ 은 별도의 시스템 명으로 정의 하는 것이 용어의 혼돈을 줄일 수 있다.

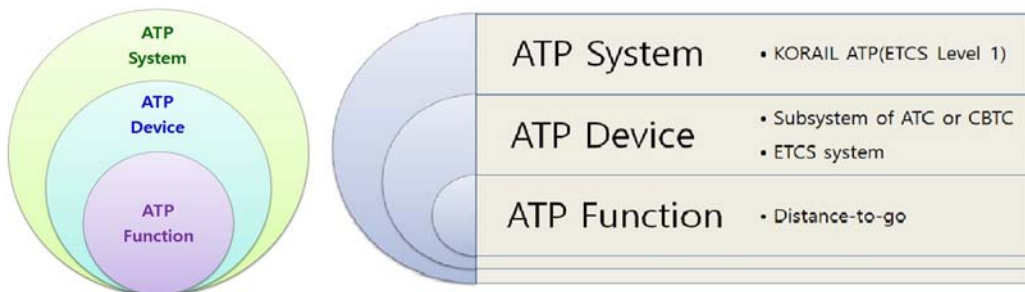


Fig. 8 Classification and definition of ATP

3. 결 론

본 연구는 국내에서 사용하고 있는 열차제어시스템의 종류에 대하여 조사하였으며, 열차 제어방식에 따른 열차제어시스템을 분류하였다. 분류과정에서 열차자동정지장치(ATS), 열차 자동제어장치(ATC), 무선통신기반 열차제어시스템(CBTC)은 명확히 분류 할 수 있었으나, 열차자동방호장치(ATP)는 기능명칭, 장치명칭, 시스템명칭들이 혼용되어 별도의 분류가 필요 하였다.

사람마다 이름이 있고, 이름을 부를 때 그 사람이 어떤 사람인지 인상이나 느낌이 떠오르는 것처럼, 열차제어시스템의 명칭 또한 각 시스템의 특징이 반영되어야 한다. 열차자동정지장치(ATS)는 ATS지상자를 통해 제어정보가 차상으로 전송되며, 열차자동제어장치(ATC)는 레일을 통해 제어정보가 차상으로 전송된다. 무선통신기반 열차제어시스템(CBTC)은 무선을 통해 열차제어시스템이 전송되고 궤도회로가 없어야 한다. 한국철도공사에 사용하고 있는 열차자동방호장치는 Balise를 통해 열차제어정보를 차상으로 전송하는 전형적인 ATP시스템 이나 ATC 및 CBTC시스템의 ATP장치와 용어의 혼돈이 있다. 더구나 국가R&D 연구과제로 수행 하고 있는 무선통신기반 열차제어시스템인 KRTCS(일반·고속철도)을 개발할 경우 용어에 대 한 혼돈이 더욱 심해질 것으로 예상된다.

그러므로 우리나라도 유럽의 ETCS Level 1, Level 2, Level 3처럼 열차제어시스템을 개발 하고 고유명칭을 부여할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Sehchan Oh, Youngki Yoon, Kyunghee Kim, Yongkyu Kim (2013), *2013 13th International Conference on Control, Automation and Systems(ICCAS 2013)*, pp. 1330-1333
- [2] Kang-mi, Kyung-ho Shin, Ducko Shin, Jae-ho Lee (2012) Study on the Speed Control Code Design for Fixed Block TCS, *Journal of the Korean Society for Railway Vol.15*, pp.37-41
- [3] Gie Soo Park, Ja young Kim, Chae Jung Park, Sung Hoon Lee, Myung Seon Ryou (2011) A Study of a comfortable ride for ATO train control system in a driverless operation, *Journal of the Korean Society for Railway*, pp. 2292-2299
- [4] IEEE 1474.1 (1999) IEEE Standard for Communicatio –Based Train Control(CBTC) System Design and Functional Allocations, pp.5
- [5] Korea Railroad Corporation (2015), *Railroad Electrical Systems Manual*, pp. 99
- [6] 한국철도시설공단 (2013), *철도설계기준(시스템편)*, pp. 47