

# ATO over ETCS의 자동운전 속도프로파일 연산을 위한 ATO-ATP 인터페이스에 대한 고찰

## A study on ATO-ATP interface for automatic operation speed profile calculation of ATO over ETCS

이기정\*<sup>†</sup>, 홍구선\*, 김경식\*, 성동일\*\*

Kijeong Lee\*, Goo Sun Hong\*, Kyoung Shik Kim\*<sup>†</sup>, Dong Il Sung\*\*

**초 록** ETCS(European Train Control System) 신호시스템은 유럽형 열차제어시스템의 표준 사양으로 국내와 해외의 간선 및 고속 열차 운영 노선에 적용 및 구축되고 있다. 유럽에서는 최근 ETCS 신호시스템에 자동운전 적용을 위한 ATO(Automatic Train Operation) over ETCS 시스템 요구사항을 표준으로 지정하는 작업을 진행하고 있으며 국내에서도 현재까지 작성된 Draft 버전의 규격을 기반으로 ETCS의 자동운전을 지원하는 ATO 시스템을 개발하고 있다. 본 논문은 ETCS 신호시스템에서 ATO 차상장치가 자동운전 속도프로파일을 연산하기 위해 고려해야 할 사항에 대해 고찰하고, 이를 구현하기 위한 ATO-ATP(Automatic Train Protection)장치간 인터페이스에 대해 설명한다.

**주요어** : ATO over ETCS, ERTMS, ETCS, ATO, 열차자동운전, 열차제어시스템

### 1. 서론

ETCS는 간선 및 고속열차가 유럽 내 국가간 호환성을 갖게 하는 유럽형 열차제어시스템의 표준사양이다. ETCS 시스템은 수동운전으로 운행되는데 도시철도의 ATO와 같은 자동운전 기능이 요구되어왔고, 유럽에서 ATO over ETCS 시스템 요구사항을 표준사양으로 재정하고 있다. 본 논문에서는 ETCS의 차상 ATO 장치가 ATP(ETCS 차상장치)와 인터페이스를 통해 수신한 데이터를 이용하여 자동운전 속도프로파일 연산 시 고려해야 할 사항에 대해 기술한다.

### 2. 본론

#### 2.1. ATO 자동운전 기능

ETCS 시스템의 ATO는 운행 스케줄에 맞춰 에너지 효율적인 속도 프로파일을 실시간으로 생성하고 열차를 자동으로 운전한다. ATO의 자동운전 기능에는 운행 스케줄을 준수하는 속도 프로파일 연산을 위한 TTSM(Time Table Speed Management), ATP의 제동 곡선을 침범하지 않기 위한 SSEM(Supervised Speed Envelope Management), 열차의 자동 정차 관리를 위한 ATSM(Automatic Train Stopping Management) 기능이 있다.

##### 2.1.1. SSEM

ATO는 자동운전 중에 ATP의 EB(Emergency Brake) 개입 없이 운행하여야 한다. 따라서 ATO는 ATP로부터 관련 데이터를 전송 받아 ATP의 EBI(EB Intervention)를 미리 계산하여 비상제동 개입 발생하지 않는 ATO 속도 프로파일을 연산해야 한다. Fig.1은 MRSP 감속 지점과 정차 지점에서 ATP EBI에 의한 비상

<sup>†</sup> 교신저자: 현대로템 철도기술연구소 신호시스템팀 (kijeong@hyundai-rottem.co.kr)

\* 현대로템 철도기술연구소 신호시스템팀

\*\* 한국철도시설공단 인재개발연구원 기술연구처

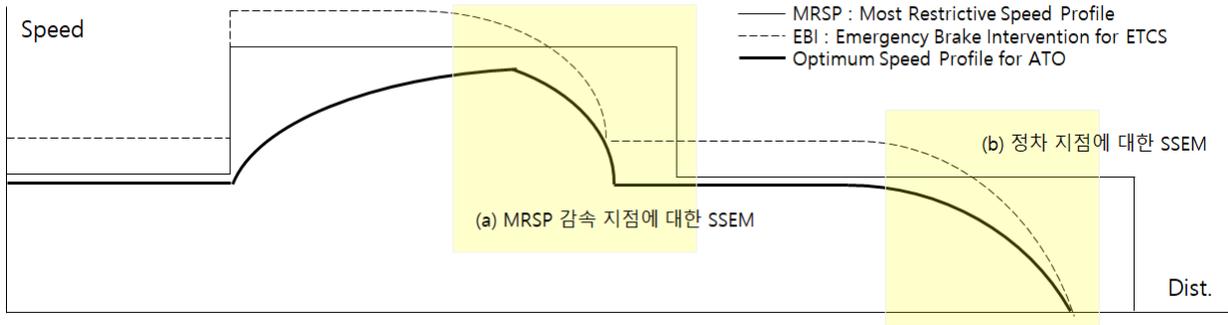


Fig. 1 MRSP 감속 지점과 정차 지점에 SSEM을 적용한 ATO Optimum Speed Profile.

제동 개입이 발생하지 않도록 SSEM이 적용된 ATO의 Optimum Speed Profile이다.

## 2.2. SSEM을 위한 ATO - ATP 인터페이스

Table 1은 ATO-ATP 인터페이스를 위한 패킷 목록이다. 총 11개의 패킷으로 구성되어 있으며 이 중 5, 6번 패킷에 포함된 정보를 이용하여 ATP의 EBI 프로파일을 연산한다.

Table 1 List of packets for ATO-ATP.

Number	Packet Name	Note
0~4	Status, DMI, Data entry need, Data entry request, Data View	ATO ↓ ATP
5	ETCS_ATO_Static	ATP ↓ ATO
6	ETCS_ATO_Dynamic	
7~10	Driver inputs, Data entry values, Data entry flag, Data view values request	

### 2.2.1. 주요 패킷 데이터

5번 패킷은 열차 카테고리/길이/축하중/회전 질량/Brake percentage 등 ATP가 제동 곡선 연산을 위해 사용하는 정적 열차 정보를 포함한다. 6번 패킷은 열차 운행 시의 동적 정보를 포함하는데 지상으로부터 수신된 선로 정보(제한속도, 구배 등), 현재 속도/가속도, 누적 이동 거리, 제동 곡선 연산을 위한 열차 파라미터, 지상 발리스 링킹 정보, 이동권한 정보 등을 포함한다. ATO는 ATP로부터 전송 받은 정보를 이용해 예상 운행 구간에 대한 ATP의 EBI를 미리 연산하고 이를 침범하지 않도록 자동운전 속도 프로파일을 연산한다.

본 논문에서는 ATO over ETCS 시스템에서 ATP EB 개입 없이 운행 스케줄을 준수하는 자동운전 속도 프로파일 연산을 위한 ATO-ATP 인터페이스에 대하여 고찰하였다. 현재 ETCS Level 3 를 지원하고 ATO 자동운전 기능이 포함된 신호시스템을 개발 중이며, 시험실 수준의 검증을 통해 ATP EB 개입 없이 ATO 속도 프로파일이 생성되고 운행 스케줄을 준수하는 자동운전이 수행됨을 확인하였다. 향후 간선 및 고속철도 상용화를 위해서 실용화 사업을 통한 현차 시험과 추가 성능 검증이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 후 기

이 논문은 국토교통과학기술진흥원에서 지원한 "자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발" 사업의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] ERA, UNISIG, EEIG ERTMS User Group (2018) ATO over ETCS – System Requirements Specification, SUBSET-125-0.1.0.
- [2] ERA, UNISIG, EEIG ERTMS User Group (2018) ATO over ETCS – ATO-OB / ETCS-OB FFFIS Application Layer, SUBSET-130-0.1.0.
- [3] 이기정 외 3명 (2019) 실시간 운행 스케줄을 기반으로 한 에너지 효율적인 열차자동운전시스템에 대한 고찰, 2019 한국철도학회 춘계학술대회

## 3. 결 론