




# ATC 차상신호장치 기능 개선 검토서

자료구분 : 기술자료

승 인	2020. 10. 23.	김 영 식	
검 토	2020. 10. 23.	이 용 우	
작 성	2020. 10. 23.	김 성 동	
	일 자	성 명	서 명

WBS No. SMV-EX-20627-01

Ref. No. 0



## 개정 이력

개정 번호	페이지	개정 내용		개정 일자
		개정 전	개정 후	
00		최초 제정		2020. 07. 06.
01			· S&P모드 제한속도 선정 관련 시스템제작사 검토 내용 추가	2020. 10. 23.

- 목 차 -

1. 개요 ..... 1

2. S&P 모드 운영 현황 및 개선 필요사항 ..... 1

2.1 기존차량 ..... 1

2.2 336칸 차량(설계) ..... 1

3. 주요검토사항 ..... 2

4. 검토내용 ..... 2

4.1 15km/h 누름 스위치 설치위치 및 스위치 조작방식 개선 검토 ..... 2

4.1.1 누름 상태 유지 ..... 2

4.1.2 설치위치 검토 ..... 5

4.2 “No Code”시 제동 및 출발 금지 검토 ..... 6

4.3 S&P 모드에서 운행 제한 속도 하향 검토 ..... 6

4.4 15km/h 스위치 및 S&P 모드 기록 검토 ..... 7

4.4.1 차상 ATC/ATO에 기록 ..... 7

4.4.2 TCMS에 기록 ..... 7

4.5 S&P 모드 승무원 인지 향상 방안 검토 ..... 7

4.6 15km/h 스위치 동작 및 S&P 모드 관제 전송 검토 ..... 8

4.7 S&P 모드 활성화 조건 ..... 9

5. 검토 결과 ..... 10

6. 기타 요청사항 ..... 11

7. 기능 구현 설계 계획 ..... 12

8. 설계 변경 및 개조 작업 추진 계획 ..... 12

- 표 목차 -

표 1. 336칸 S&P모드 .....1

표 2. 주요 검토 사항 .....2

표 3. 누름 스위치 형상 및 사양 .....3

표 4. S&P 모드 개선 사항 요약 .....10

표 5. ATC 기능 개선 설계 변경 계획 .....12

표 6. ATC 기능 개선 설계 현차 반영 계획 .....1211

- 그림 목차 -

그림 1. 15Km/h 누름 스위치 회로도 .....4

그림 2. 15Km/h 누름 스위치 설치 위치 검토 .....5

그림 3. S&P 모드 승무원 인지 향상 방안 .....8

그림 4. 15km/h 스위치 동작 및 S&P 모드 관제 전송 .....9

그림 5. 15km/h 스위치 타임차트 .....11



## 1. 개요

S&P(정지후진행)모드로 운행시 전동차의 안전운행에 요구되는 ATC 차상신호장치  
의 개선사항에 대하여 검토한다.

## 2. S&P 모드 운영 현황 및 개선 필요사항

### 2.1 기존차량

지상으로부터 “No Code” 또는 “STOP Code(15Km/h)” 수신 → ADU에 “정지코  
드” 표시 → 운전자 “15Km/h 운행”(상태유지) 스위치 조작 → S&P 모드 설정  
→ 주간제어기 조작으로 제한속도 15Km/h이하로 운행

### 2.2 336칸 차량(설계)

표 1. 336칸 S&P모드

NO	구분	조건
1	S&P모드 사용	<ul style="list-style-type: none"> <li>정지후진행(S&amp;P)모드는 수동모드의 하위 운전모드이다. 지상 신호 시스템 고장시(즉, “No Code” 일때) 또는 정지 명령(Stop Code)이 있을 때 제한된 이동을 허용한다. S&amp;P모드는 정상적인 또는 일상적인 사용을 위한 것이 아님.</li> </ul>
2	S&P모드 설정	<ul style="list-style-type: none"> <li>S&amp;P 모드 설정 조건                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전실이 키업(Key-up)</li> <li>- 모드스위치가 “수동”에 위치</li> <li>- 열차는 정지(ATC는 정지속도를 선언).</li> <li>- No Code 또는 정지코드를 지상으로부터 수신</li> </ul> </li> <li>S&amp;P 모드 변경                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상기 설정 조건을 만족하면 ADU상에 S&amp;P 모드로의 변경 요청이 현시됨.</li> <li>- 운전자는 ADU의 화면 터치를 통해 S&amp;P 모드로 변경 가능</li> </ul> </li> <li>S&amp;P 모드 표시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- ADU에 15Km/h의 속도 제한이 표시</li> </ul> </li> </ul>
3	S&P모드 취소	<ul style="list-style-type: none"> <li>운전자 취소                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수동 위치에서 모드스위치를 이동</li> <li>- 역전기를 전진 위치에서 이동</li> </ul> </li> <li>자동 취소                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지상에서 유효한 속도 코드를 받으면 자동으로 취소 후, 수동운전모드로 변경됨.</li> </ul> </li> </ul>

### 3. 주요검토사항

전동차 S&P 모드 설정 조건 재검토, 제한 속도 하향, 승무원의 비일상 모드 인지 향상 및 취급 시 주의 개선 방안을 검토한다.

표 2. 주요 검토 사항

NO	항목	비고
1	15km/h 누름 스위치 설치위치 및 스위치 누름 상태 유지로 운행 개선 검토	4.1항
2	“No Code”시 제동 및 출발 금지	4.2항
3	S&P 모드 시 운행제한 속도 하향 검토	4.3항
4	15km/h 스위치 및 S&P 모드 동작 정보 저장	4.4항
5	S&P 모드 승무원 인지 향상 방안(ADU 플래싱, PA 경보 방송)	4.5항
6	15km/h 스위치 동작 및 S&P 모드 관계 전송	4.6항

### 4. 검토내용

#### 4.1 15km/h 누름 스위치 설치위치 및 스위치 조작방식 개선 검토

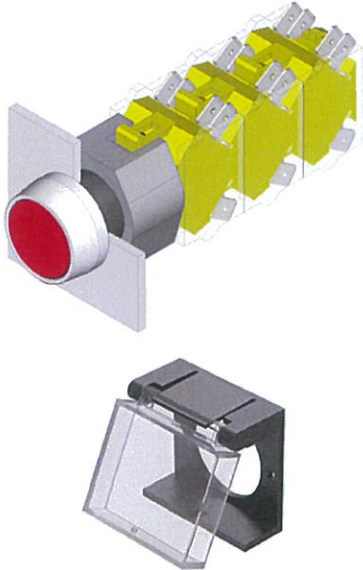
운전자가 15Km/h 누름 스위치를 누른 상태에서 주간제어기를 조작하여 수동운전으로 열차를 운행하기 위해 검토하는 사항으로, 검토내용은 다음과 같다

##### 4.1.1 누름 상태 유지

###### 1) 스위치 타입 선정

운전자에 의해 누름 상태를 유지하기 위해서는 누름 버튼 스위치(Push Button Switch)를 적용하여야만 한다. 누름 버튼 스위치는 누르는 동안에만 동작상태가 되고, 손가락을 떼면 자동적으로 복귀하는 구조로 되어 있고 보호 커버를 적용하여 오취급을 방지한다.

표 3. 누름 스위치 형상 및 사양

형상	구분		사양
	제조사		EAO
	타입		푸쉬버튼
	스위칭 액션		모멘터리
	액추에이터 형사		원형
	조명		없음
	색상		빨강
	보호 커버		적용
	접점	조작력	폐 : 2N, 개 : 3.1N
		동작거리	5.8mm ± 2 mm
		통전 전류	10A/스크류 터미널
절연 전압		500VAC/600VDC	
개폐 정격		100VDC/2.5A	

2) 회로 구성

ATC/ATO랙의 입력 여유분(Spare VL1)에 15km/h 누름 스위치(15KPB)를 직렬로 연결하여 회로를 구성하고 운전자에 의한 15km/h 누름 스위치 유지 조건과 주간제어기 조작 조건을 만족하여야 열차는 이동 할 수 있다.



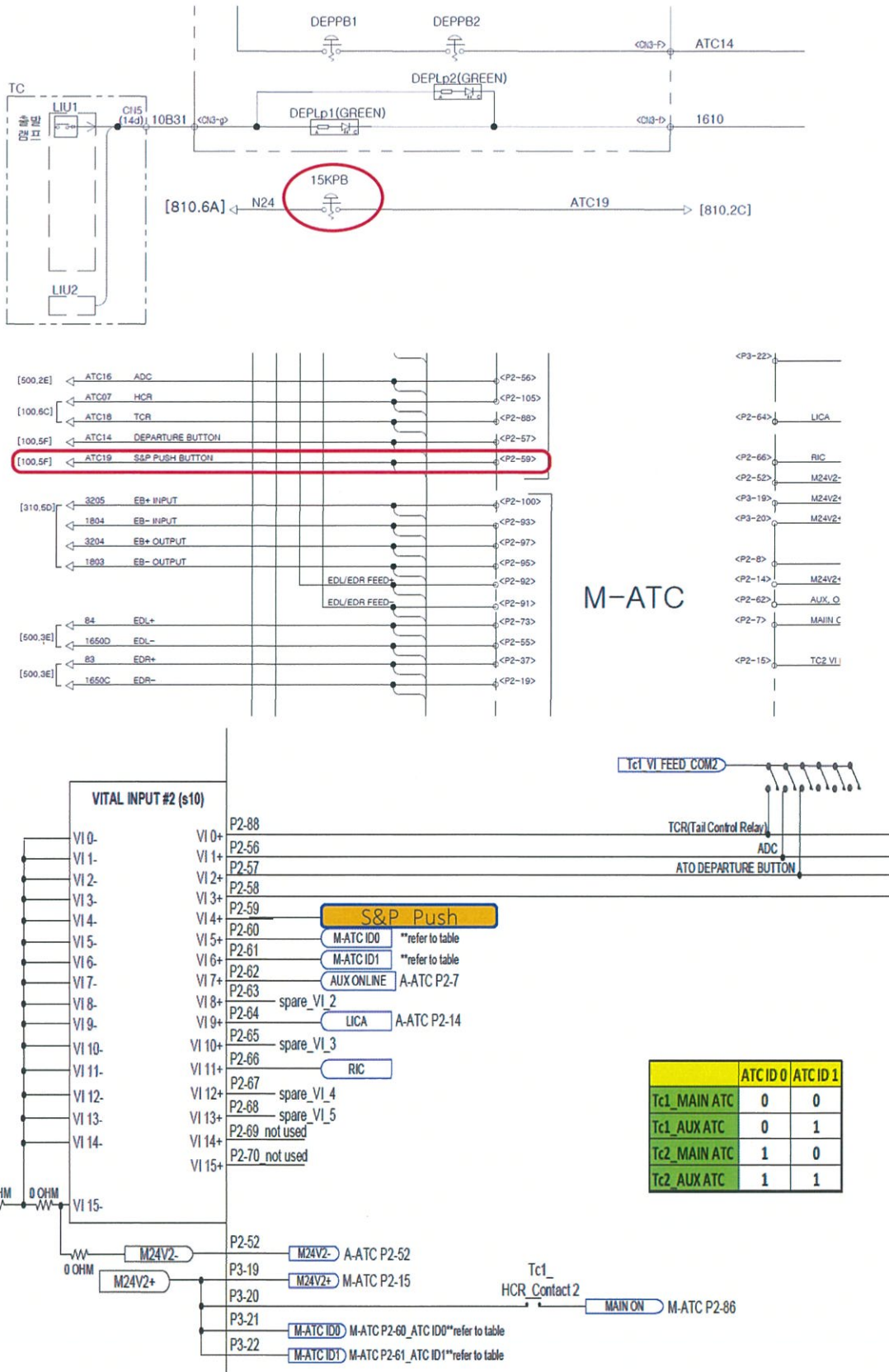


그림 1. 15Km/h 누름 스위치 회로도



### 4.1.2 설치위치 검토

15km/h 누름 스위치를 운전실내 운전자 제어대에 설치하는 방안으로 SWITCH PANEL #3의 예비 스위치를 활용하여 적용한다.

이때 주간제어기와 15km/h 누름 스위치간 거리는 670mm로 운전자의 시야는 자연스럽게 전동차 운행 방향을 향하게 되므로 수동운전에 집중할 수 있다.

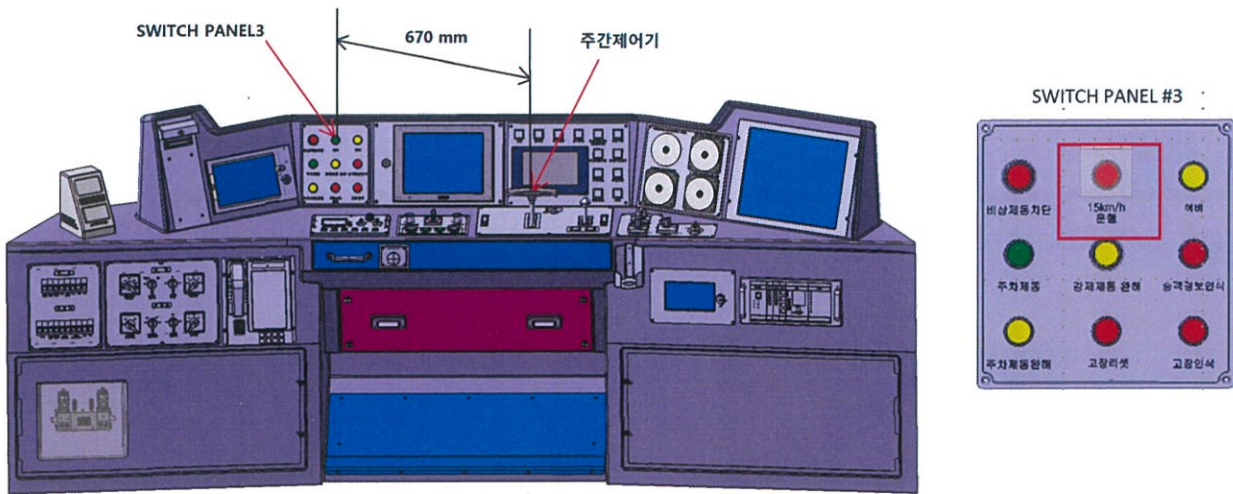


그림 2. 15Km/h 누름 스위치 설치 위치 검토

#### 4.2 “No Code”시 제동 및 출발 금지 검토

차상 ATC/ATO는 지상으로부터 “No Code” 또는 “STOP Code”를 수신하면, FSB(상용만제동)를 체결하여 열차를 정지시킨다. FSB는 정지상태(정지속도 (5Km/h 이하) 선언후) 해제가 가능하다.

이때 숙련된 운전자는 열차가 완전히 정지하기 전에 정지속도(5Km/h) 이하의 속도 운행을 가능하게 되는 문제가 발생 할 수 있다.

정지속도는 타코메타에서 수집되는 열차의 속도를 기준으로 하며, 최근래 타코메타의 센서의 기술발전으로 0.6 Km/h 속도까지 인식이 가능하다.

따라서, 타코메타에서 수집되는 속도 단위가 1Km/h까지 가능하므로 차상 ATC/ATO의 소프트웨어 변경을 통해 정지속도 선언 기준을 1Km/h 이하로 설정하면 운전자는 “No Code” 또는 “STOP Code” 시 1Km/h 이하로만 운행이 가능하다. 즉 열차는 완전히 정차할 수 밖에 없다.

또한 운행중 15km/h 스위치 입력이 OFF(운전자에 의해 15km/h 스위치 누름 상태가 해제) 되면 모드가 해제되어 FSB가 체결되도록 한다.

#### 4.3 S&P 모드에서 운행 제한 속도 하향 검토

현재 S&P모드에서의 제한속도는 15Km/h 이하이다. 이는 정지속도 선언 기준을 1Km/h 이하로 설정하면, ATC/ATO의 소프트웨어 변경을 통해 S&P모드에서의 제한속도는 10Km/h로 낮출 수 있다.

##### ※ S&P 모드 제한속도 선정 관련 시스템제작사 의견 검토

S&P모드에서의 제한속도 선정에 대한 시스템제작사의 의견은 아래와 같다.

“서울 5&7호선에서 S&P 모드에서의 제한속도의 선정은 운영상의 안전을 확보하기 위한 선택적인 사항이지, 속도별 기술적인 차이는 없다.”

차량제작사는 상기 검토내용들과 시스템제작사 의견에 따라 정지속도를 1Km/h 이하, S&P모드 제한속도를 10Km/h 이하로 하여 운전자가 열차를 움직일 수 있는 가능성을 차단할 수 있다고 사료된다.



#### 4.4 15km/h 스위치 및 S&P 모드 기록 검토

##### 4.4.1 차상 ATC/ATO에 기록

ATC 시스템은 통합된 이벤트 관리 시스템을 갖추고 있다. 모든 ATC 서브시스템에 대한 이벤트는 COMM 서브시스템에 저장된다. COMM은 ATC 시스템 이벤트 발생 전 10초와 발생 후 5초의 데이터를 저장한다. COMM은 상태 데이터 전용 메모리 250MB와 이벤트 저장 전용 메모리 200KB를 가지고 있다. COMM 서브시스템은 최소 7일의 상업운전을 저장할 수 있는 용량을 가지고 있다. 상태 변화 개별 신호 및 아날로그 신호가 기본값 및/또는 PTU 조정 임계값을 초과하는 경우 0.25초 간격으로 기록된다. 모든 해당 이벤트는 TCMS로 전송된다.

즉, 15km/h 누름스위치 동작, S&P 모드 설정 기록은 ATC의 COMM 보드에 이벤트로 기록되며 동시에 TCMS로 전송된다.

ATC 시스템과 차량 TCMS 사이에 통신이 설정되면, 모든 이벤트는 시스템이 이벤트를 기록할 때 식별 코드와 시간 및 날짜 스탬프로 고유하게 식별된다. ATC Event Logger(AEL)도 각 이벤트로 스냅샷 파일을 생성한다. 스냅샷 파일에는 각 이벤트 직전 10초, 이벤트 직후 5초 동안의 시스템 데이터가 들어 있다. 이벤트 스냅샷 데이터는 시스템 이상을 분석할 수 있도록 한다.

만약 수동운전모드로의 전환 이후에도 15km/h 누름스위치를 누르게 되더라도 S&P모드에서와 동일하게 기록된다.

##### 4.4.2 TCMS에 기록

TCMS는 이더넷 통신으로 15km/h 누름스위치 동작, S&P 모드 설정 정보를 ATC 시스템으로부터 전송받아 상태정보로 기록한다. 관련 내용은 TCMS-차상 신호 인터페이스 규격서 등 관련 문서에 반영한다.

또한 15km/h 누름스위치 동작, S&P 모드 설정 정보는 ATC 시스템으로 받지 않고 여유분의 IO를 통해 TCMS에 바로 저장할 수 있으나 공사에서 요구하는 IO 여유율을 만족하지 못 할 수도 있다.

### 4.5 S&P 모드 승무원 인지 향상 방안 검토

1) 경고 알람 방송 출력 절차

ATC → TCMS → PAC(자방) → COB → 모니터 스피커 출력

- 모니터 스피커 기능 : 운전실 통화, 비상통화, 자동안내방송 감청, 승무원 알람 방송 출력, 승무원용 화재 경보방송, 데드맨 버저음 사용

2) ADU 플래싱

ADU화면의 경고알람 플래싱(Flashing)과 함께 운전자에게 경고 알람을 현시한다.

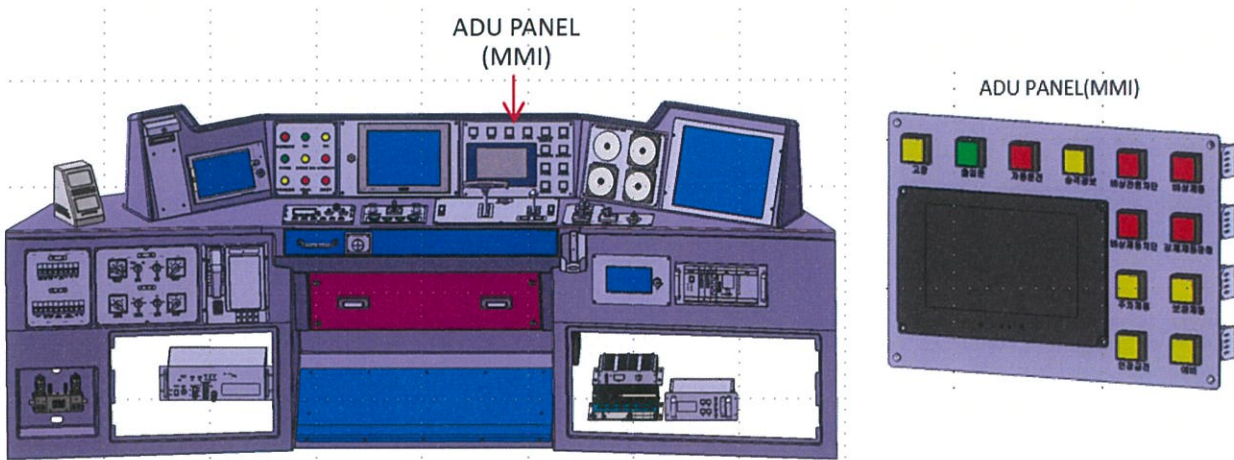


그림 3. S&P 모드 승무원 인지 향상 방안

### 4.6 15km/h 스위치 동작 및 S&P 모드 관제 전송 검토

- TCMS는 LTE-R 열차무선장치를 통해 15km/h 누름스위치 동작, S&P 모드 설정 정보를 종합관제센터로 전송한다.
- 데이터 흐름에 대해서는 지상시스템 관계자와 별도 협의하여 정한다.



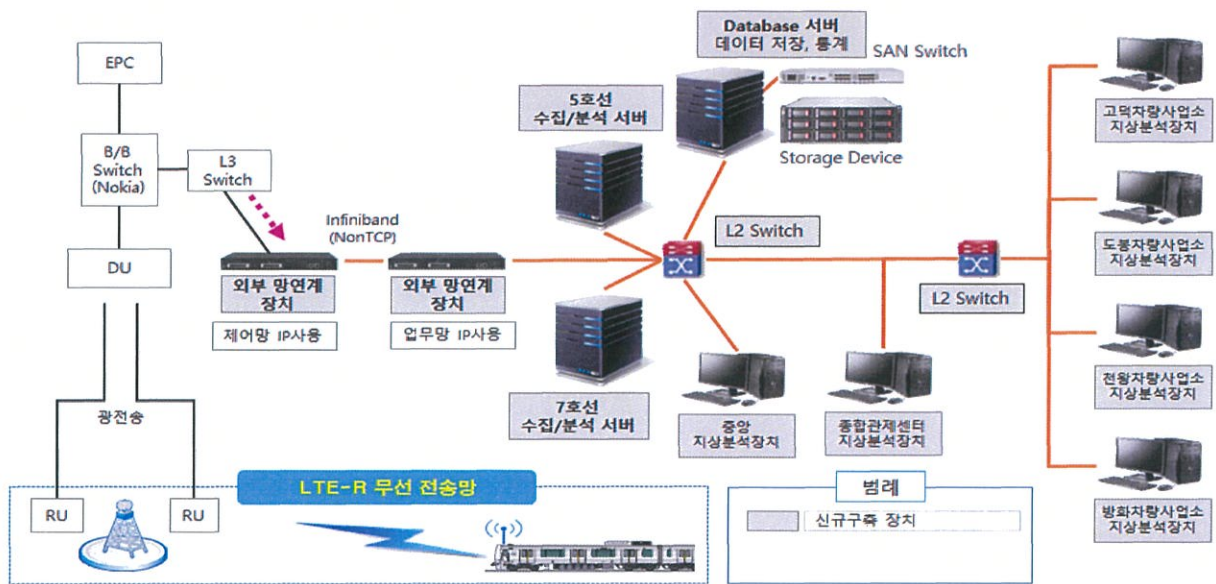


그림 4. 15km/h 스위치 동작 및 S&P 모드 관제 전송

#### 4.7 S&P 모드 활성화 조건

S&P 모드로의 전환 조건은 아래 3가지 조건이 동시에 만족하여야 한다.

- ① 무코드 수신
- ② 제동 작용 상태
- ③ 15km/h 누름 스위치 동작
- ④ 정지속도 이하

### 5. 검토 결과

상기 검토 내용에 따라 S&P 모드 운영은 아래와 같이 개선될 수 있다.

표 4. S&P 모드 개선 사항 요약

항목	당초	개선
누름 상태 유지	한번의 조작으로 S&P 모드 설정 (336칸 설계에서는 ADU 화면 터치)	운전자에 의한 누름 상태 유지 + 주간제어기 조작으로 열차 이동 (누름상태 유지가 안되면 모드가 해제되어 무코드에 의한 FSB 체결)
“No Code”시 제동 및 출발 금지	정지속도 5Km/h	정지속도 1Km/h
S&P 모드에서 운행 제한 속도 하향 검토	제한속도 15Km/h	제한속도 10Km/h
15km/h 스위치 및 S&P 모드 기록	S&P 모드 ATC/ATO에 저장	ATC/ATO 및 TCMS.에 모두 저장
S&P 모드 승무원 인지 향상	모자이크 판넬에 모드 현시	ADU 화면 현시 + 청각 알람 + 방송장치 연계 알람
15km/h 스위치 동작 및 S&P 모드 관제 전송	없음	향후 LTE-R망을 통해 관제로 15Km/h 스위치 조작 상태 및 S&P모드 설정 정보 전송
운영절차	지상으로부터 “No Code” 또는 “STOP Code(15Km/h)” 수신 → ADU에 “정지코드” 표시 → 운전자 “15Km/h 운행”(상태유지) 스위치 조작 → S&P 모드 설정 → 주간제어기 조작으로 제한속도 15Km/h이하로 운행	지상으로부터 “No Code” 또는 “STOP Code(15Km/h)” 수신 → ADU에 알람 → 운전자 “15Km/h 운행” 누름 (복귀) 스위치 조작 유지 + 주간제어기 조작 → S&P 모드 설정과 동시에 제한속도 10Km/h이하로 운행 (누름)

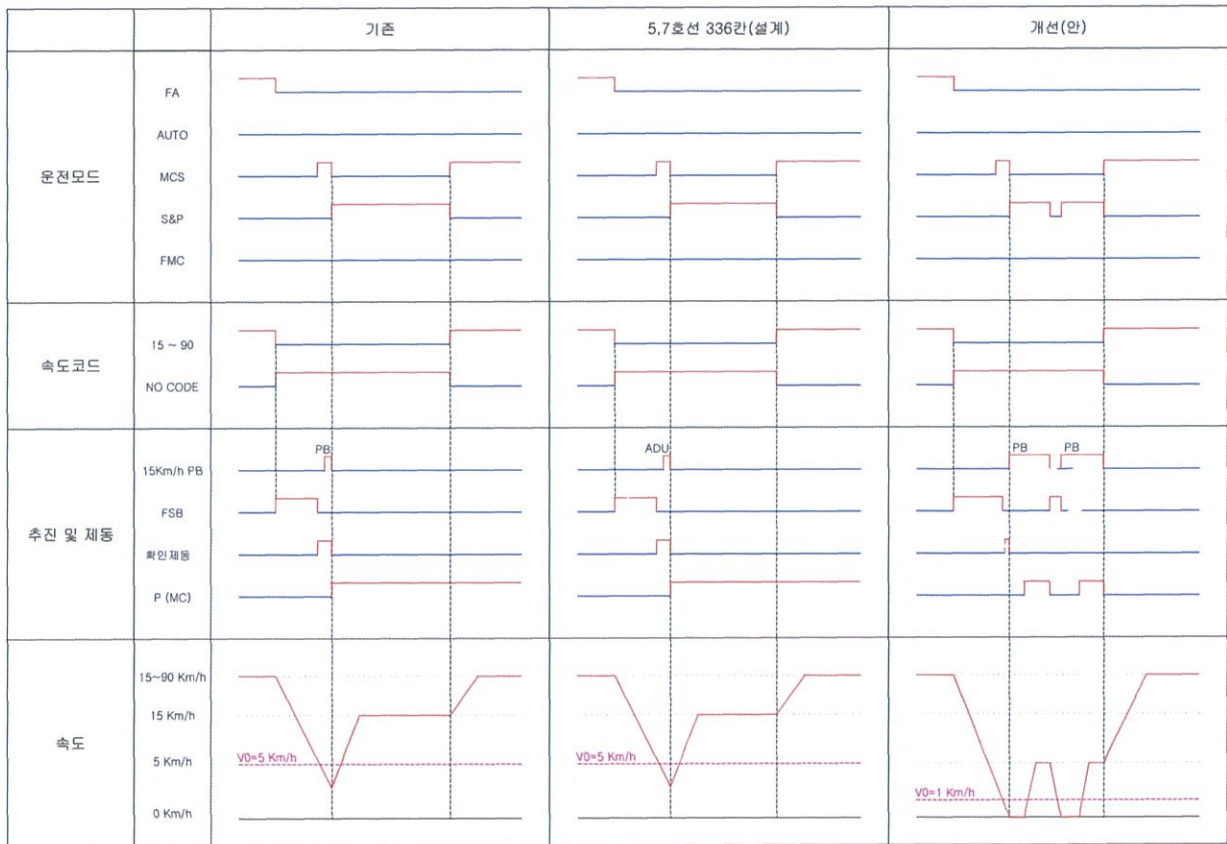


그림 5. 15km/h 스위치 타임차트

- S&P 모드 제한속도 10km/h로 하향
- ATC 정지속도 1km로 하향
- S&P 모드 시 역행 취급 개선 : 15km/h 스위치 누름 유지 + 주간제어기 취급
- S&P 모드 기관사 청각 인지 개선 : ADU 경고음 출력, PA 경고 방송 출력
- S&P 모드 기관사 시각 인지 개선 : ADU 화면 플래싱(Flashing)
- S&P 모드 정보, 15km/h 스위치 취급 정보 저장 및 관제 전송

## 6. 기타 요청사항

- 15Km/h 운행 스위치의 명칭 지정 요청
- 방송장치 주위 환기 음원 제작을 위한 문구 지정 요청



## 7. 기능 구현 설계 계획

표 5. ATC 기능 개선 설계 변경 계획

순.	기능	변경 및 작업 내용	설계 일정
1	S&P 모드 제한속도 10km/h로 하향	ATC/ATO S/W 변경(5)	2020년 12월
2	ATC 정지속도 1km로 하향	ATC/ATO S/W 변경(5)	2020년 12월
3	S&P 모드 시 역행 취급 개선 : 15km/h 스위치 누름 유지 + 주간 제어기 취급	ATC 15km/h_SW->ATC_DI 배선추가(4)	2020년 10월
		ATC/ATO S/W 변경(5)	2020년 12월
4	S&P 모드 기관사 청각 인지 개선 : ADU 경고음 출력, PA 경고 방송 출력	ATC/ATO S/W 변경(5)	2020년 11월
		TCMS S/W 변경(1)	2020년 11월
		PA S/W 변경 및 PA 음원 제작(2)	2020년 12월
5	S&P 모드 기관사 시각 인지 개선 : ADU 화면 플래싱(Flashing)	ATC/ATO S/W 변경(5)	2020년 12월
6	S&P 모드 정보, 15km/h 스위치 취 급 정보 저장 및 관제 전송	ATC/ATO S/W 변경(5)	2020년 12월
		TCMS S/W 변경(1)	2020년 11월
		LTE-R 열차통신장치 S/W 변경(3)	2020년 12월

## 8. 설계 변경 및 개조 작업 추진 계획

표 6. ATC 기능 개선 설계 현차 반영 계획

순.	변경 및 개조 작업 내용	추진 방안	현차 반영 계획
1	TCMS S/W 변경	현차 선행 반영	형식 승인 완료 후
2	PA S/W변경, 음원 제작 반영	현차 선행 반영	형식 승인 완료 후
3	LTE-R 열차통신장치 S/W 반영	현차 선행 반영	형식 승인 완료 후
4	ATC 15km/h_SW -> ATC DI 배선	현차 선행 반영	2020년 10월
5	ATC/ATO S/W 변경	개조 승인(신고) 형식 승인 완료 후 실시	형식 승인 완료 후

※. 제작사는 현차 선행 반영사항을 모두 완료하여 차량을 제작 납품하고, 납품 후 개조승인(신고) 절차는 서울교통공사 시행한다.