
3호선 150칸 ATC 신호장치 개선 검토 보고서

적용차종	
	2호선 (24)
	2호선 (22)
○	3호선 (150)

승인	2021.01.27	안광열	
검토	2021.01.27	안광열	
작성	2021.01.27	이길용	
/	일자	성명	서명

제/개정 내용

버전번호	제/개정 페이지 및 내용	제/개정 일자
0	최초 작성	2020.07.02
1	5 Page 그림2 추가	2020.10.06
2	5 Page 그림3 추가 12 Page ~ 14 Page 4. 추가 검토사항 추가	2020.10.12
3	13~15 Page '검토사항' 수정	2020.10.21
4	4~9 Page 스위치 추가 위치 수정 14 Page 멀티부처 우선순위 및 접점 기능표 추가 19 Page 결론 추가	2020.10.22
5	4 Page '신호시스템 제어 흐름도' 추가 5 Page 개선사항 그림 추가	2020.10.27
6	20 Page 5. 결론 수정	2021.01.27

목 차

1. 적용범위	4
2. 현황 및 개선 현황	4
2.1. 현황	4
2.2. 개선 내용	4
3. 검토의견	5
4. 추가 검토사항	17
5. 결론	20

1. 적용범위

본 검토서는 서울교통공사 3호선 150칸 신조전동차의 ATC 신호장치 개선에 관한 검토서이다.

2. 현황 및 개선 현황

2.1. 현황

- S&P 모드(Stop&Proceed: 정지 후 진행모드로 15km/h로 속도가 제한, 이하 S&P 모드) 활성화는 별도의 버튼 조작 없이 전제조건인 무코드, Vzero(5km/h 이하 속도), 마스콘 제동 위치 3가지 조건이 모두 만족 시 자동으로 S&P 모드가 활성화된다.
- 신호시스템 제어 흐름도



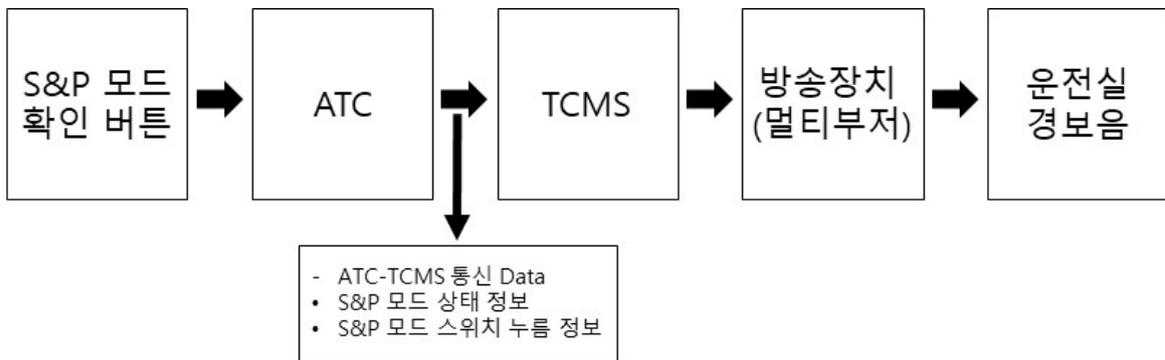
2.2. 개선 내용

- S&P 모드 활성화 되는 조건에 누름 스위치(Push button)을 추가로 설치하여 S&P 모드 조건이 모두 만족하였을 때 S&P 모드로 전환
- S&P 모드 제한 속도인 15km/h를 10km/h 또는 5km/h로 변경
- Vzero(영속도) 속도인 5km/h를 1km/h로 변경
- S&P 모드로 주행시 ADU 및 방송장치를 통해 승무원이 인지할 수 있도록 경보알람 송출
- S&P 모드 자동 전환을 ADU에서 확인 후 S&P 모드로 수동 전환되도록 변경

- S&P 모드 개선 후 제어 흐름도



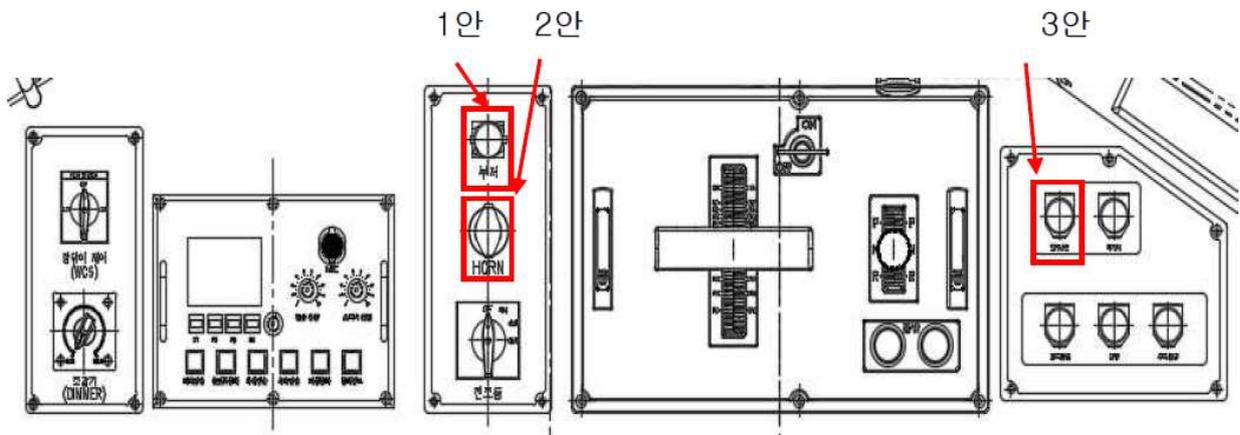
- ATC->멀티부저 정보 흐름도



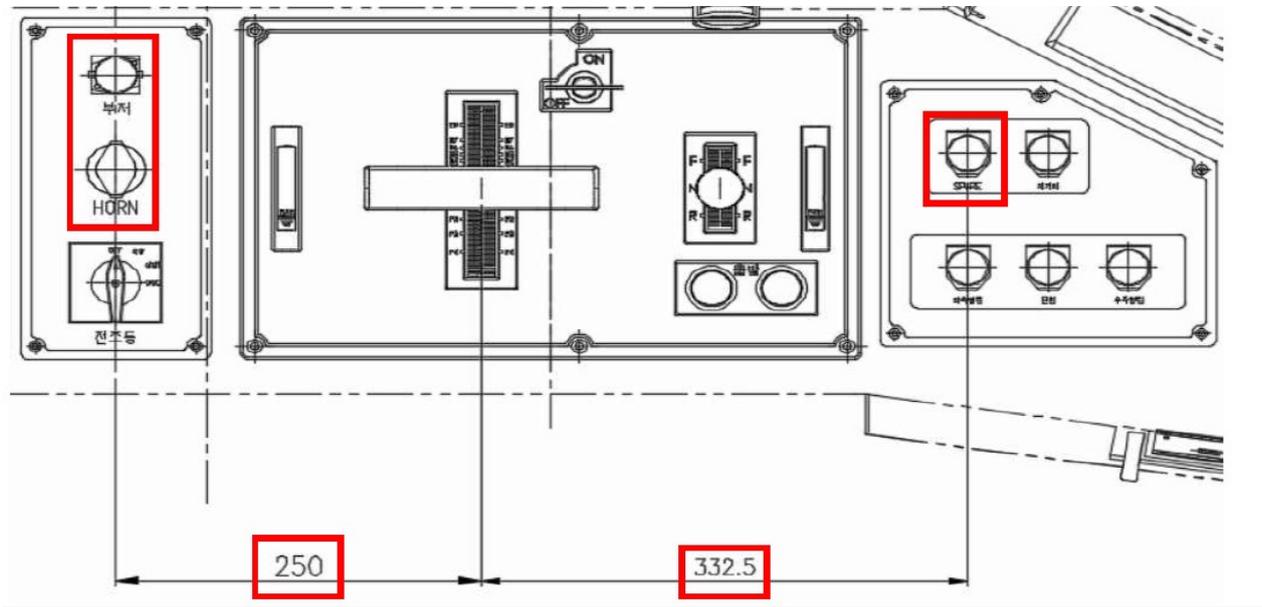
3. 검토의견

3.1. 15km 스위치 설치 위치(운전실 데스크 및 배전반) 검토 및 스위치 누름 유지 상태에서 운행될 수 있도록 개선

1) 스위치 설치 위치(안)



[그림 1] 데스크내 S&P 버튼 추가 위치(안)

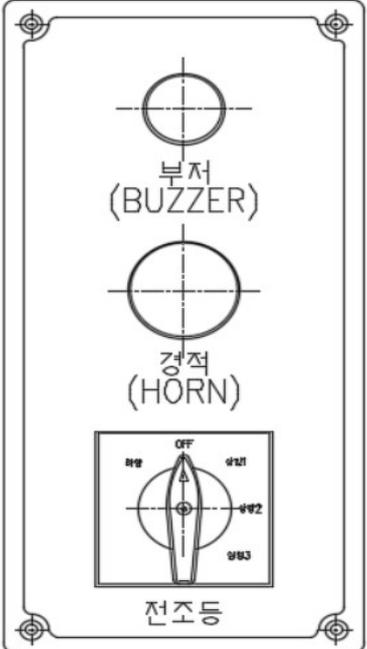
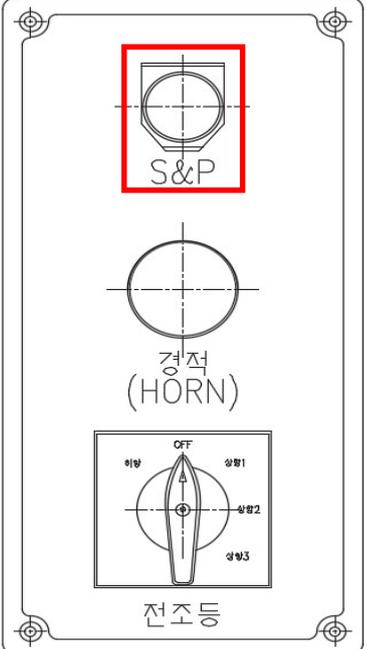
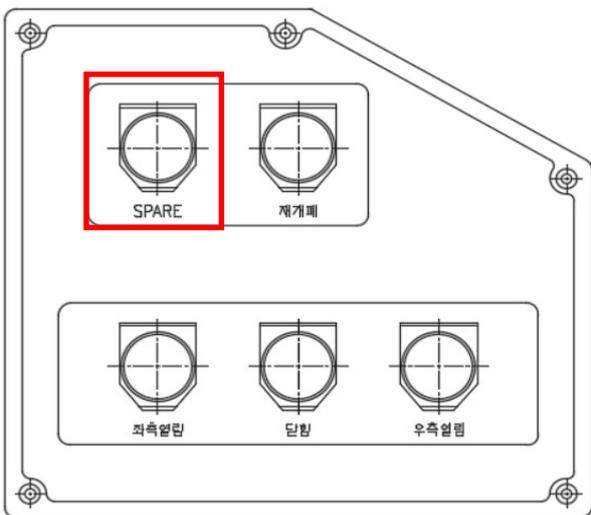
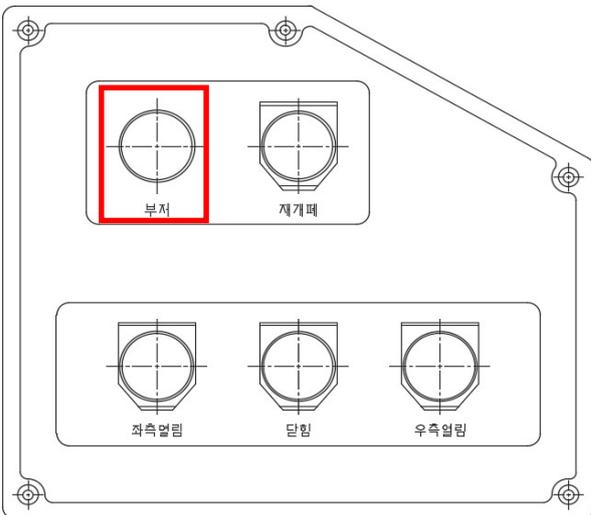


[그림 2] 주간제어기로부터 각 스위치 위치 거리 (단위 : mm)

2) S&P 스위치 적용 방안

- ① 기존 부저 스위치가 설치된 위치에 적용(1안, 제어판넬 #1에 적용)

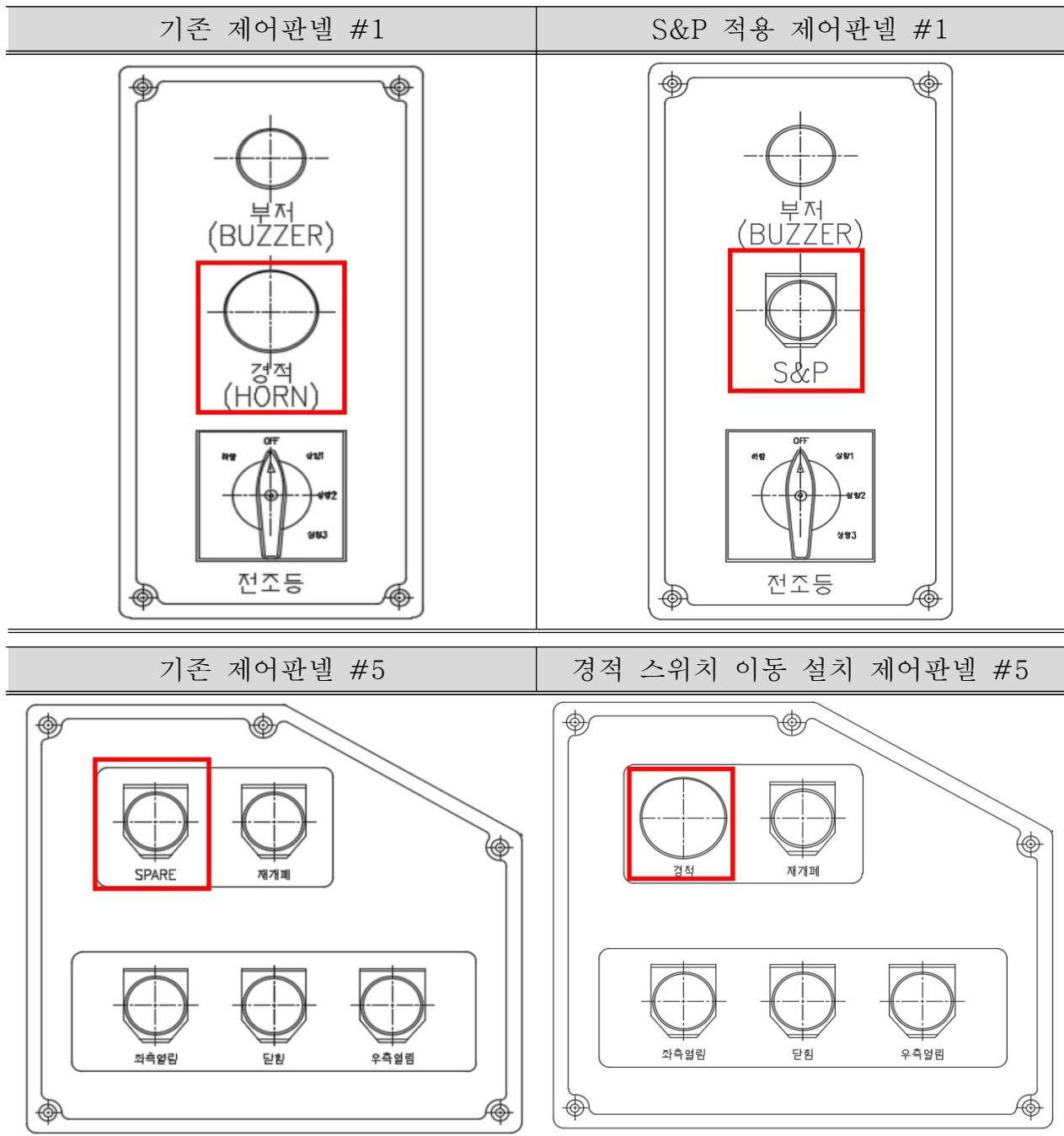
제어판넬 #1번의 기존 부저 스위치 위치에 S&P 스위치를 적용한다. 단, 부저 스위치는 주간제어기 우측에 위치한 제어판넬 #5번의 기존 SPARE 위치로 이동 설치된다.

기존 제어판넬 #1	S&P 적용 제어판넬 #1
	
기존 제어판넬 #5	부저 스위치 이동 설치 제어판넬 #5
	

- 부저 스위치 위치에 S&P 스위치를 적용하게 되면, 기존 부저 스위치는 제어판넬 #5 SPARE 위치로 이동한다. 스위치 천공 홀 사이즈는 동일하여 위치 이동이 가능하며, 위치 이동된 2개의 위치에 설치되는 스위치들의 명칭은 각각 스티커 형식의 명판 부착을 통하여 식별한다.

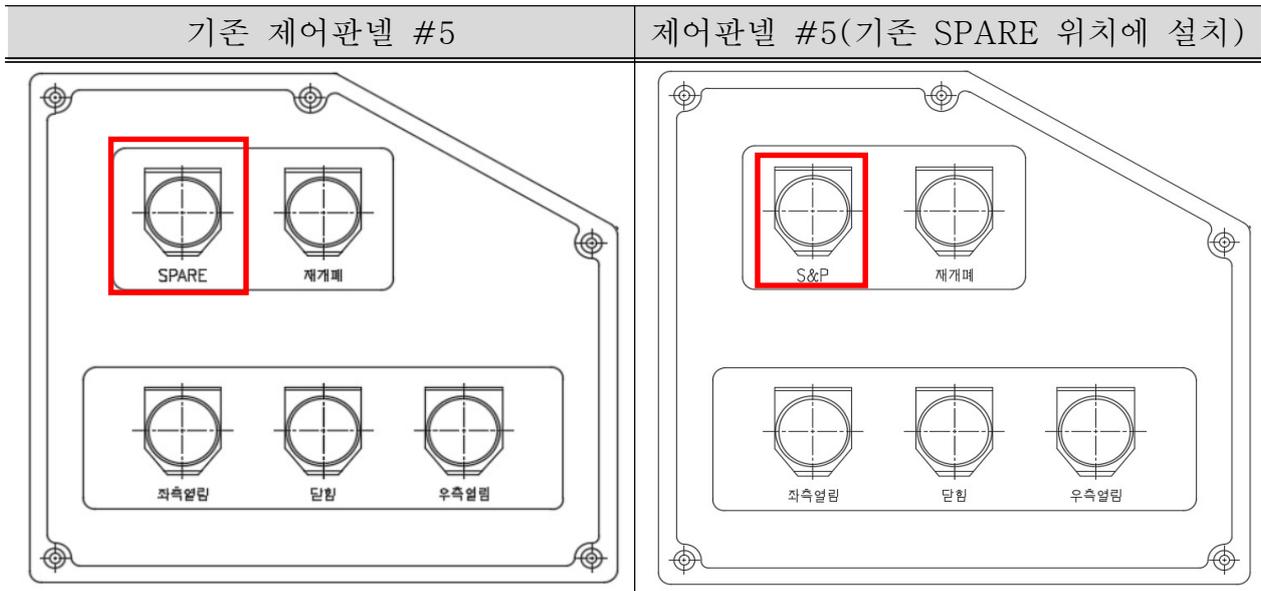
② 기존 경적 스위치가 설치된 위치에 적용(2안, 제어판넬 #1에 적용)

제어판넬 #1번의 기존 경적 스위치 위치에 S&P 스위치를 적용한다. 단, 경적 스위치는 주간제어기 우측에 위치한 제어판넬 #5번의 기존 SPARE 위치로 이동 설치된다.



- 경적 스위치 위치에 S&P 스위치를 적용하게 되면, 기존 경적 스위치는 제어판넬 #5 SPARE 위치로 이동한다. 스위치 천공 홀 사이즈는 동일하여 위치 이동이 가능하며, 위치 이동된 2개의 위치에 설치되는 스위치들의 명칭은 각각 스티커 형식의 명판 부착을 통하여 식별한다.

③ 기존 Spare 스위치가 설치된 위치에 적용(3안, 제어판넬 #5에 적용)



- SPARE 스위치 위치에 S&P 스위치를 적용하게 되면, 기존 SPARE 스위치와 천공 홀 사이즈가 동일하여 적용이 가능하며, 변경되어 설치된 스위치의 명칭은 스티커 형식의 명판 부착을 통하여 식별한다.

3) S&P 스위치 적용 위치별 비교 검토

구분	내용	비고
1안	- 부저 스위치는 반대편 선두차 기관실을 호출하는 기능으로, 기관사가 기존의 위치와 혼동하여 오조작을 했을 경우 안전상의 문제는 없다.	
2안	- 경적 스위치는 마주오는 차량 혹은 근처에 있는 사람들에게 열차가 지나가는 것을 알려주기 위한 용도로 사용되며, 기관사가 기존의 위치와 혼동하여 오조작을 했을 경우 안전에 문제가 발생할 우려가 있다.	
3안	- 기관사들이 운행을 하게 되면, 일반적으로 오른손으로 주간제어기를 조작하게 된다. S&P 스위치가 주간제어기 우측에 있을 경우 팔을 교차하여 조작을 해야하기 때문에 안전에 문제가 발생할 우려가 있다.	

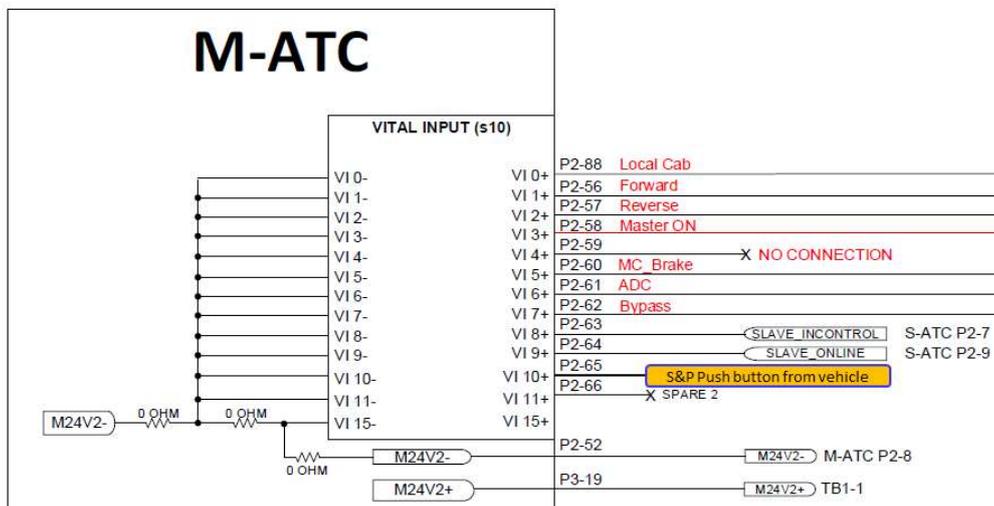
4) 결론

본 내용 검토 결과, 기관사의 안전측면에서 기존 제어판넬 #1번의 부저 스위치 위치에 S&P 스위치를 적용하는 것이 가장 좋다고 판단되며, 본 검토 내용을 토대로 설계 변경을 추진하는 방향으로 검토 요청을 드립니다.

5) S&P 스위치 사양

S&P 스위치 사양

	<ul style="list-style-type: none"> - 제작사 : EAO - 모델 번호 : 704.032.5(GREEN) - 동작 타입 : 자동복귀형(계속 누르는 타입) - LED : GREEN(조광형) - (스위치 보호캡 적용) - 접점 : 3a1b
--	--

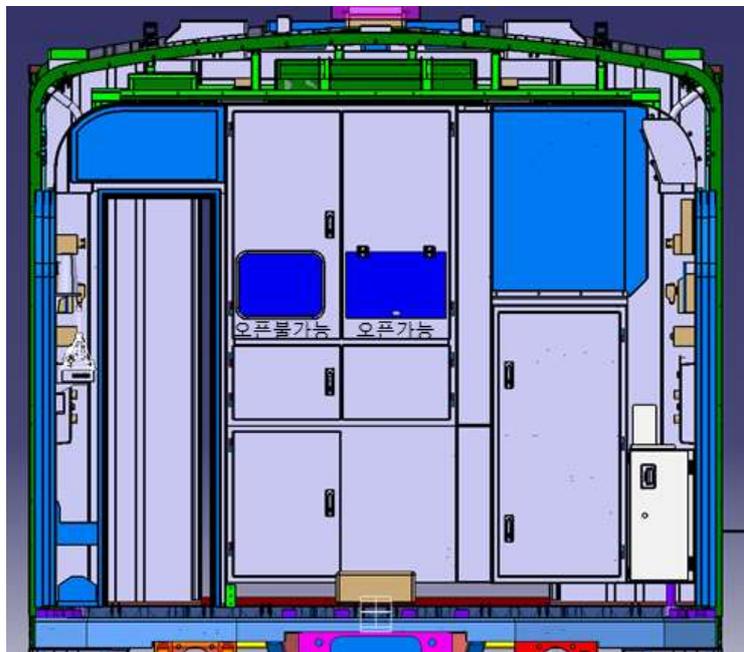


[그림 3] ATC 연결 개념도

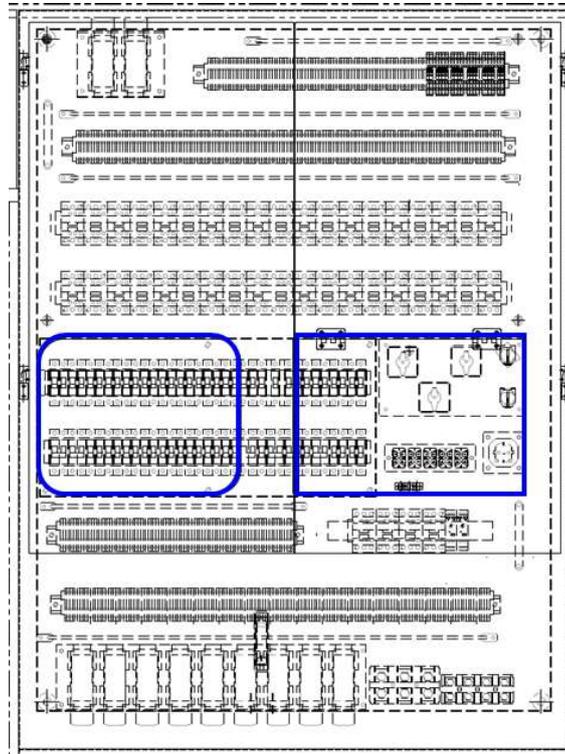
6) 배전반

- 배전반 내 공간 부족으로 배선 및 스위치 추가 불가능
- 배전반 캐비닛 정면에 오픈 가능한 아크릴 커버가 있으며 하단에 걸쇠를 이용하여 오픈을 함 (180도 오픈 가능)

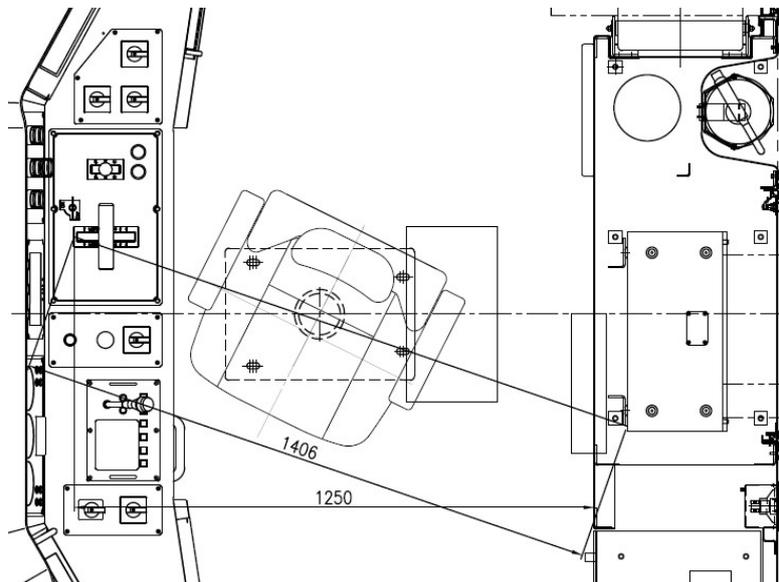
- 걸쇠는 약한 자력을 가지고 있으며 180도 오픈 후 캐비닛에 부착은 가능하나 약한 진동에도 아크릴 커버가 캐비닛에서 떨어져 달힘 (주행 중 아크릴 커버 오픈 후 고정 불가능)
- 배전반 내 Push button을 설치가 되어도 마스크와 Push button까지 거리가 1.4m 이상(높이를 고려하였을 때 1.4m보다 거리가 늘어남)으로 마스크와 Push button을 동시에 조작성이 쉽지 않으며, 승무원의 전방주시에 대한 안전성이 우려됨



[그림 4] 배전반 위치 및 캐비닛 상태



[그림 5] 배전반 도면



[그림 6] 마스크콘과 배전반까지의 거리

3.2. 무코드시 운행 제한 속도를 10km/h 또는 5km/h 이하로 제한할 수 있는 방안 검토 및 정지속도를 최대한 낮출 수 있는 방안 검토

- 무코드시 운행 제한 속도를 기존 15km/h에서 10km/h 또는 5km/h로 소프트웨어적으로 변경 적용 가능
- 무코드시 운행 제한 속도를 5km/h로 변경한다면 Vzero(영속도)와 동일한 속도가 되어 5km/h Vzero를 변경해야하며, Vzero를 1km/h로 변경 적용 가능

3.3. 무코드시 15km/h 운행조건에서 FSB 체결 정차 후 타 기능 수행 검토

- Vzero를 1km/h로 변경하면 기계적으로 1km/h 속도를 유지하며 운행이 불가능함
- 1km/h 속도 유지가 불가능하여 차량은 정차상태가 되므로 FSB와 동일한 조건이 됨

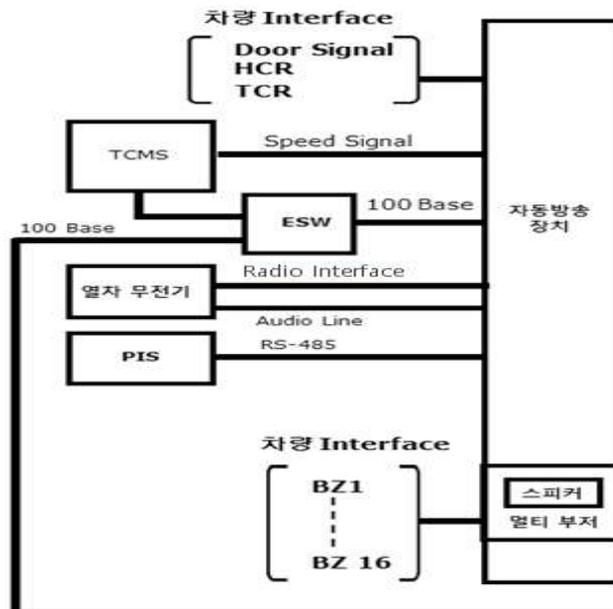
3.4. ATC 장치 내 15km 모드, 누름 스위치 조작상태를 저장하고, TCMS에도 동일하게 저장할 수 있는지 ATC, TCMS 장치별 검토

- S&P 모드 정보 상태는 기존 ATC-TCMS 인터페이스에 S&P 모드로 변경됨을 통신으로 TCMS에 전송
- S&P Push button 누름 신호는 Push button을 누를 때 S&P 모드가 활성화되며, 이는 ATC와 TCMS에 정보가 저장되므로 TCMS 운행정보에서 확인 가능
- ATC에서 S&P 모드 상태를 통신으로 TCMS로 보내며, Push button 누름 데이터를 ATC에서 통신으로 TCMS로 보내도록 변경

3.5. 무코드와 15km 스위치 누름상태를 승무원이 인지할 수 있도록 방송장치와 연계 경보알람 송출(음량 dB 향상) 방안 및 ADU Flashing 기능과 별도로 차량에서 표출할 수 있는 방안 검토(회로도 포함)

- ADU 기능 변경

- 시각적 : ADU 화면 전체가 점멸(Flashing)하도록 변경 가능
- 청각적 : 음량조절은 불가하나 현재 8초 간격의 알람을 4초 혹은 2초 간격으로 조정 가능
- 방송장치 연계
- 방송장치는 객실까지 방송이 표출되어 방송장치 중 멀티부저를 통해 운전실에 경보 알람 송출해야함
- S&P모드 정보상태는 TCMS로 전송이 가능하며, S&P 모드 정보상태가 TCMS로 전송되었을 때 이를 방송장치(멀티부저)와 연계하여 경보 알람 송출 가능
- 멀티부저 음량은 자동방송장치 내부 가변저항을 통해 조절이 가능하나, 음량조절은 자동방송장치를 분해 후 가변저항을 조절해야 함(평상시 음량 조절 불가)
- 멀티부저 스피커의 최대 출력 : 1.5W
- 정확한 회로도 는 방송장치 협력사와 추가 협의 필요



[그림 7] TCMS-방송장치 Interface

- 멀티부저 우선순위

- ① 객실화제
- ② 객실비상
- ③ 운행중 출입문 열림
- ④ 승무원 연락
- ⑤ DSD Release (데드맨 스위치)

- 멀티부저 점점 기능표

NO.	음성 내용
- BZ1	- 150Hz, (부저음)
- BZ2	- 440Hz, 객실 비상입니다 .
- BZ3	- 660Hz, 안전 운전 합시다 .
- BZ4	- 880Hz, 운행 중 출입문이 열렸습니다 .
- BZ5	- -spare-
- BZ6	- 객실 화재입니다 .
- BZ7	- -spare-
- BZ8	- -spare-
- BZ9	- 비상제동 스위치가 취급되었습니다 .
- BZ10	- 보안제동 스위치가 취급되었습니다 .
- BZ11	- 비상제동 개방스위치가 취급되었습니다 .
- BZ12	- 비상판토 하강스위치가 취급되었습니다 .
- BZ13	- 강제 완해 스위치 취급
- BZ14	- 개별 판토 하강 스위치 취급
- BZ15	- -spare-
- BZ16	- -spare-

3.6. LTE-R 활용한 15km 스위치 누름 신호 관제 전송 방안 검토

- 3호선의 경우 S&P 모드 사용시 중고장 정보와 함께 검수 관제 PC에 모니터링 현시 가능

3.7. ATC 신호장치 개선 관련 SIL 변경 여부 검토

- 형식승인
 - Part 51에는 Stop & Proceed 에 대한 정의가 없음
 - 설계적합성 입증자료 및 공사제출 승인자료 인 "ATC 시스템 규격서" 중 "정지 후 진행(Stop & Proceed) 모드" 가 15km/h 제한속도로 정의되어 있음
 - 설계적합성 변경승인 및 공사 변경승인이 필요함
 - RAMS
 - SIL4인증 획득에는 문제가 없으나 추가적인 작업을 진행해야 함
- ※ 추가적인 작업 : RAMS Engineering, Review and Support

4. 추가 검토사항

4.1. 검토사항

장 치	구 분	검토사항	검토의견	비고
TCMS	1	S&P 모드 상태 TCMS 데이터 저장 가능 여부	- 가능 : 기존 차상신호장치<->TCMS SD데이터를 통해 S&P모드 전환 상태를 전달하며 저장 가능	
	2	S&P 모드 스위치 누름 상태 저장 가능 여부	- 가능 : 차상신호장치 <-> TCMS SD데이터에 추가하여 스위치 누름 데이터 전송 및 저장 가능	
	3	S&P 모드 정보상태를 방송장치(멀티부저)와 연결하여 경보 알람 송출 가능 여부	- 가능 : 기존 방송장치<->TCMS SD데이터를 통해 알람송출 가능	
	4	추후 LTE-R 설치시 관제에 데이터 송신을 하기 위한 TCMS -> LTE-R 데이터 송신 가능 여부	- 가능 : 수신상태 확인은 불가능	
	5	위 내용 변경시 한국철도기술연구원(KRRI) 설계적합성 변경 여부	- 변경없음	



서울교통공사 3호선(150칸) 전동차
ATC 신호장치 개선 검토 보고서

문서번호 :	ERES-EE034
개정일자 :	2021.01.27.
개정번호 :	6
페이지 :	18/21

방송 장치, 멀티 부저, LTE-R	1	TCMS에서 전달된 S&P 모드 정보상태를 경보 알림 가능 여부	- 가능 : S/W 변경을 통해 진행	*S/W변경 3주 필요
	2	추후 LTE-R 설치시 S&P 모드 정보상태를 관제에 송신 가능 여부	- 불가능 : LTE-R 설치 시 방송장치(PAC)에서 S&P 모드 정보상태를 관제에 송신하는 기능은 불가능 : 해당 기능은 TCMS와 LTE-R 열차 무선간 TRDP로 인터페이스가 구현	
	3	방송우선순위, 음원 멘트	- 서울교통공사와 협의 후 결정 - 음원 : 서울교통공사 제공	
	4	위 내용 변경시 한국철도기술연구원(KRRI) 설계적합성 변경 여부	- 변경없음	
운전실 데스크	1	스위치 위치 및 명칭	- 서울교통공사 결정 예정	*스위치 명칭 : 알루미늄 스티커 판넬에 부착 (T=1) (15편성 동일 적용)
	2	누름 스위치 종류	- 자동복귀형(지속 누름)	
	3	위 내용 변경시 한국철도기술연구원(KRRI) 설계적합성 변경 여부	- 변경없음	



서울교통공사 3호선(150칸) 전동차
ATC 신호장치 개선 검토 보고서

문서 번호 :	ERES-EE034
개정 일자 :	2021.01.27.
개정 번호 :	6
페이지 :	19/21

회로. 배선	1	장치별로 변경되는 사항에 대해 회로,배결선 변경 가능 여부	- 위 상황에 대한 모든 배결선 가능	
	2	위 내용 변경시 한국철도기술연구원(KRRI) 설계적합성 변경 여부	- 변경없음	
차상 신호 장치	1	ADU에서 S&P 모드 확인 후 S&P 모드 변경	- 가능 : ADU에 S&P모드 확인 버튼 추가	*3, 4 5번항목 개조승인으로 진행
	2	영속도(VZero) 하향 (5km/h -> 3km/h)	- 가능	
	3	누름 스위치 누른 상태에서 S&P 모드 변경	- 가능 : ADU의 S&P모드 확인 버튼 Freezing 후 누름 스위치로 모드 변경	
	4	S&P 모드 제한속도 하향 (15km/h -> 10km/h)	- 가능	
	5	S&P 확인 버튼 누름 상태 정보 TCMS로 전송	- 가능 : 통신 Data를 이용하여 TCMS로 전송	
	6	기능 변경시 발생하는 SIL4 인증관련 문제 확인	- 문제없음	
	7	위 내용 변경시 한국철도기술연구원(KRRI) 설계적합성 변경 여부	- 영속도(Vzero) 변경 및 제한속도 변경 : 변경있음	

5. 결론

3호선 150칸 ATC 신호장치 기능 중 S&P 모드에 대한 기능 개선을 위한 검토 결과는 다음과 같다.

① TCMS 기능

- ATC로부터 S&P 모드 상태 변화와 Push Button 누름 상태를 통신으로 전달받아 저장
- ATC로부터 S&P 모드 활성화 데이터를 받으면 방송장치로 통신으로 전달
- S&P 모드 상태를 관제로 LTE-R을 통해 전송

☞ 납품전까지 기능 구현

② 방송장치

- TCMS로부터 통신으로 S&P 모드 상태를 전달받아 멀티부저를 통해 운전실에 방송

☞ 납품전까지 기능 구현

③ 운전실 데스크

- 스위치 위치 및 명칭 : 서울교통공사 결정 예정
- 스위치 종류 : 자동복귀형 (누름 지속)

☞ 납품전까지 기능 구현

④ 회로 배선

- 장치별 변경되는 사항에 대해 회로, 배결선 변경

☞ 납품전까지 기능 구현

⑤ ATC 신호장치

- 기존 S&P 모드 자동절체에서 ADU에서 확인 후 S&P 모드로 수동절체되도록 변경
- 영속도(Vzero) 5km/h에서 3km/h로 변경

☞ 납품전까지 기능 구현

- ADU의 S&P 모드 확인 버튼 Freezing 후 누름 스위치로 S&P 모드 수동 절체 변경
- 제한속도 15km/h에서 10km/h로 변경
- S&P모드 확인 버튼 누름 상태 TCMS에게 통신으로 전송

☞ 개조승인으로 진행

ATC 신호장치 개선을 위하여 변경되는 부분에 대한 비용은 무상으로 진행되며, 서울교통공사 개조승인 추진 시 기술지원한다.