

문서번호	안전지도처-3464
등록일자	2020.07.28.
결재일자	2020.07.28.
공개여부	비공개(7)
방침번호	사장-640

차장	팀장	처장	본부장(직무 대행)	사장
이용우	탁길훈	노갑진	심재창	07/28 김상범
협조	예산처 처장 승무본부 본부장 차량본부 본부장			최형찬 정일봉 한재현

4호선 운용 문제점 분석 및 대책수립(안)

2020.07.

안전관리본부

〈사전검토 항목〉

<해당 사항에 체크 '■', 비고 : 필요시 검토내용 기재>

구분	사전 검토항목	검토 완료	해당 없음	비고
대내외 관 계	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대외기관(정부기관, 서울시, 시의회)과 충분한 협의를 거쳤습니까? 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기타 이해당사자 간 갈등발생 가능성을 검토하였습니까? 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 직·간접적으로 관련 있는 부서와 충분한 협의를 거쳤습니까? 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
타당성 검 토	<ul style="list-style-type: none"> ■ 추진 상 법령, 조례 등 법적 검토를 하였습니까?(사규 등 내부검토 항목) 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 계약관계에서 '갑질'조항은 없습니까? 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 투자심사 등 예산운영의 적정성을 검증하였습니까? 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시민 안전 위험요인과 안전대책을 검토하였습니까? 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 일상감사의 범위를 확인하였습니까? 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사업조정(실무)위원회의 검토 사항입니까? 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
대시민 홍 보 및 정 보 공 개	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사업 홍보방안을 검토하였습니까? (보도자료, 설명회, 공청회 등) 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공개여부를 "비공개"로 설정시 법적근거는 명확합니까? 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

4호선 운용 문제점 분석 및 대책수립(안)

최근 4호선 전동차에서 15km/h 스위치 자동활성화, ADS 절환스위치 오동작 등 고장 사례가 발생하는 바, 전동차의 근본적인 문제점을 도출하고 승무-차량 간 사고·장애에 관한 정보 공유 활성화를 통해 안전운행을 확보하고자 함

추진목표

- 차량-승무 간 '내부고객 만족 협업'으로 안전운행 확보



추진방향

- ① 4호선 전동차 성능개선 변경관리 검토 및 대책수립
- ② 4호선 사고·장애 사례 분석 및 대책수립
- ③ 차량고장 승무-차량 간 정보 공유체계 검토 및 대책수립

I

전동차 성능개선 변경관리 검토 및 대책수립

1. 주요 개선 현황 및 문제점

가. 성능개선 장치 현황_붙임 1참조

구 분	내 용
개선 장치	추진제어장치(C/I), 보조전원장치(SIV) 등 16종
개선 내용	장기사용으로 성능저하에 따른 개선 및 기관사 인적오류 예방용 장치 추가설치
분석 결과	기관사 인적오류 예방을 위한 개조(개선)사항 중 ADS 절환 장치, ATC 15km/h 스위치에서 일부 오류 발생

나. ATC 장치 15km/h 스위치

- 1) 기 능: 무코드 시 보안장치(ATC) 바이패스하여 비상운전 가능케 함
- 2) 개조(개선)조치 경과

일 시	개선 내용	비 고
2016년	15km/h 스위치 설치	4호선 47편성 완료

가) 기 준: No Code → 열차 정지 → 15km/h 모드 자동설정

나) 개 선: No Code → 열차 정지 → 15km/h 스위치(운전자 확인장치)
취급 → 15km/h 모드 설정

3) 문제점

가) 차량: 열차 운행 중 15km/h 스위치 일부 자동활성화 현상 발생

나) 승무: 15km/h 스위치 자동활성화 시 기관사는 속도코드로 인식, 관
제보고 누락 및 관행적 열차운행(관제통보/규정에 반영되어 있
음)

다) 관제: 본선 운행 지장해소를 위해 관행적 열차통제(조밀지역 감시소홀)

2. 개선방안 검토 및 대책

가. ATC 15km/h 스위치 개선방안

1) 제1안: ATC장치(전자카드) 개량: 아날로그(기존) → 디지털 방식

가) 소요비용: 38.4억원(32편성: 1편성당 1.2억원)

나) 문 제 점: '21년~'24년 ADV 전동차 210칸 대폐차로 인해 매몰비용 발생

구 분	편 성	ATC 개량 완료	운행중단	개량대상	비 고
계	47편성	12편성	3편성	32편성	-
ADV 전동차	21편성	1편성	2편성	18편성	'21~24년 대폐차 예정
DV 전동차	26편성	11편성	1편성	14편성	최종 개량 대상

다) ATC장치 성능개선 현황

(단위: set)

구 분	계	CS INTech(Ass'y)	알스텍(카드 파일)	비 고
소계	24	6	18	24Set 12개 편성
2017년	6	6 (419, 422, 453)	-	대우DV 4 Set 취부 현대ADV 2 Set 취부
2018년	2	-	2 (415)	대우DV 2 Set 취부
2020년 3월	5	-	3(413(0호), 414) 2(개조 중)	대우DV 3 Set 취부 2 Set 개조(DV용 → ADV용)
2020년 9월 (계약: '20.5.8~9.5.)	11	-	11	11 Set 개조 요청 (DV용 → ADV용)
비고(비용/Set)		1.5 억원/Set	0.6 억원/Set	

- '17년도 전문업체(CS INTech)를 통해 ATC장치 전체 개조 3개 편성 완료
- '18~20년도 전문업체(알스텍)를 통해 ATC 카드 파일에 대한 개조작업을 18개 Set(9개 편성 분) 완료 또는 추진 중에 있음.

2) 제2안: 15km/h 스위치 위치 변경

가) 기존: ACK → VZ → 15km/h S/W → L&G PCB → SS Relay

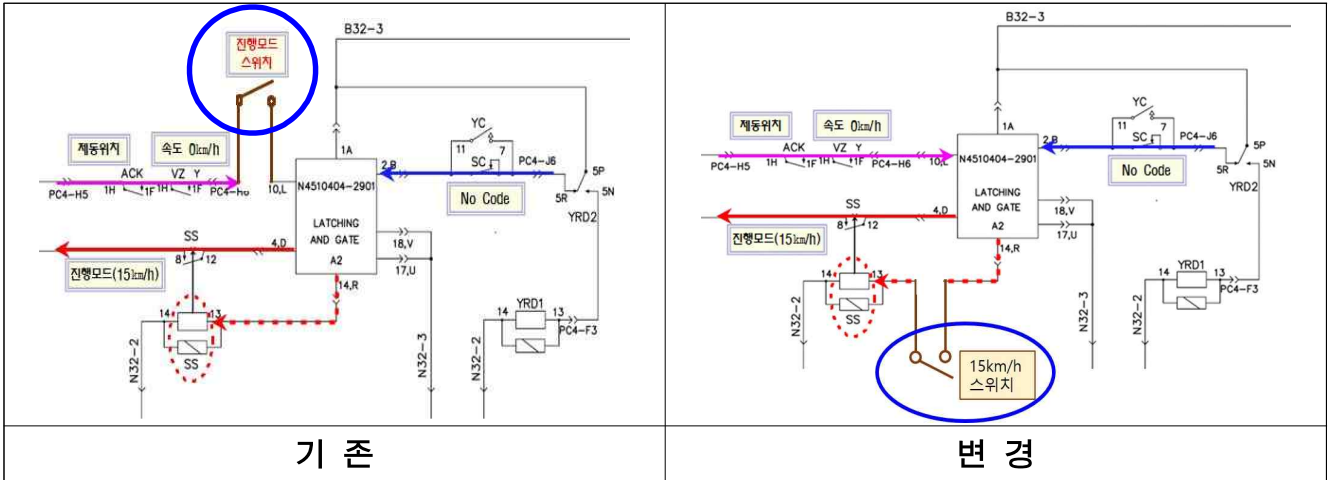
변경: ACK → VZ → L&G PCB → 15km/h S/W → SS Relay

나) 소요비용: 약 1.15억원 소요(32편성 1편성당 3.6백만원)

다) 문 제 점

- 15km/h 스위치 기능변경(복귀형 버튼 → 록킹형 버튼)
- ATC 2가지 시스템 병행으로 기관사 인적오류 발생
→ 15km/h 스위치 투입상태로 운용 시 15km/h SW 없는 초기 상태와 같은 시스템으로 동작

라) 회로개선



3) 검토 결과

가) 제1안) ATC장치(전자카드) 성능개선 추진

- 대 상: DV차량 26편성 중 14편성(DV 전동차 11개 편성 개조 적용, 1개 편성 운행중지)
- ※ ADV차량(21편성)은 매몰비용 최소화 위해 신조차량 도입 시 적용, 개조한 ADV차량은 대폐차시 DV차량으로 전환(Ass'y 개조 ADV 전동차 453편성 제외)
- 15km/h 스위치 취급 이벤트 로그 기록되도록 개선

나) 사 유

- 지속적으로 개조작업이 이루어지고 있었으며, 업무 연속성 확보
- 제2안 선택 시 ATC 2가지 시스템 병행으로 기관사 인적오류에 의한 사고발생 위험성 높음

다) 소요비용: 16.8억원(14편성: 1편성 당 1.2억원)

라) 추진일정: '21년도 예산반영 시행

마) 시스템 보완 전 관리방법(승무분야)

15km/h 현시(자동활성화)되는 경우 즉시 정차 후 관제 보고

※ 관제 소통 후 관제지시에 의거 폐색 지령식 운행

나. ADS 자동절환 개선방안

1) 제1안: 전문업체 제작

가) 형 식: RFID 방식으로 개선(주파수 암호화로 오동작 예방)

나) 소요비용: 6.6억원(ADV차량: 12개 편성 / 편성당 55백만원)

다) 문 제 점: '21년~'24년 ADV 전동차 210칸 대폐차로 인해 매몰비용 발생

2) 제2안: 신조차 도입 시까지 기관사 주의운전을 통한 관리

가) 방 식: ADV 전동차 210칸의 순차적 도입('21~'24년)에 따라 기관사 주의운전하며 현 상태로 운용

나) 문 제 점

- ADS 자동절환에 따른 장애 지속발생 가능성
- ADS 절환불능 발생 시 전동차 주변기기 손상에 따른 추가 피해 발생
→ 약 600만원~9천만원의 전동차 장치 손상에 따른 피해액 발생

3) 검토 결과

가) 제1안) 전문업체 제작 추진(대상: ADV차량 12개 편성)

나) 사 유: 신조차 도입 시까지 기관사 주의운전을 통한 관리의 경우 관리의 한계와 오류 발생 시 전동차 피해액이 상당하여 개선이 필요한 것으로 판단

다) 소요비용: 6.6억원(ADV차량: 12개 편성 / 편성당 55백만원)

※ ADS RFID의 경우 국토부, 철도연, 제작사 협의 신조전동차 물품 우선사용 후 이전설치 검토

라) 추진일정: '21년도 예산반영 시행

마) 시스템 보완 전 관리방법(승무분야)

- ADS 절환스위치 취급요령 숙지 및 취급 시 무리한 조작 지양

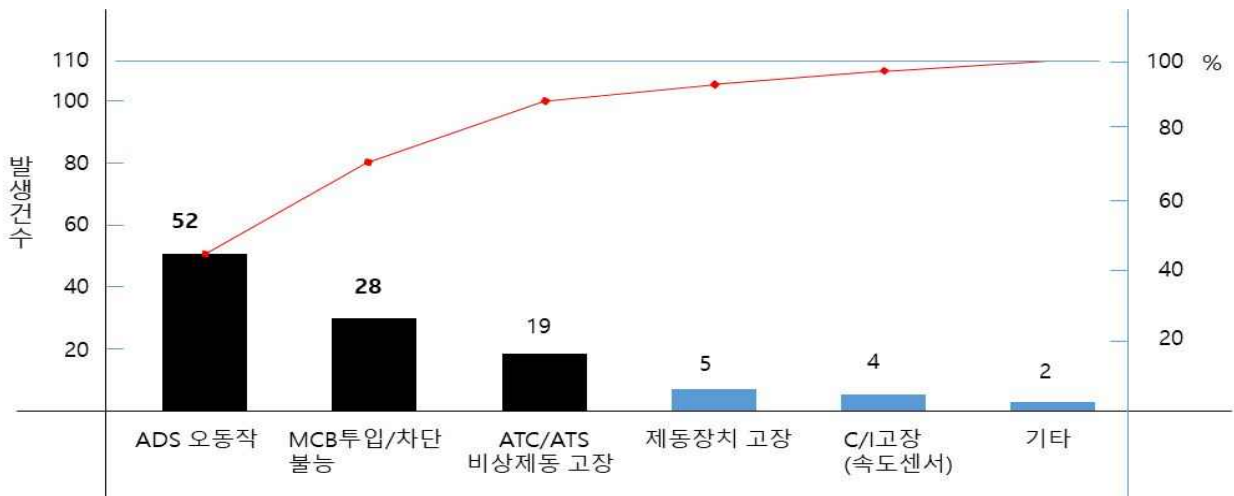
II 4호선 사고·장애 현황 분석 및 대책

1) 열차 운행 중 장애발생 현황

○ 상계·동작승무사업소 장애수집(110건)

- 기간: 2020.01.01.~06.30.

자료: 안전조사처



2) 예방대책

장애유형	발생원인	예방대책
ADS 오동작 (미절환 포함)	자동절환 주파수 혼선에 의한 오동작	<ul style="list-style-type: none"> · ADS자동절환장치 RFID 방식 개선 · 고장다발 MCB 교환, 연간검사 철저 - 6.6억원(12편성×5500만원) - <u>추진일정</u>: '21년 예산반영 시행
MCB 투입/차단 불능	남태령~선바위 구간에서 자동투입불량(ADS 연계)	
ATC/S 비상제동 고장	장기사용(최장 38년)에 의한 ATC PCB 노후화(열화)	<ul style="list-style-type: none"> · 노후 ATC 장치(DV차량) 개량 - 16.8억원(14편성×1.2억원) - <u>추진일정</u>: '21년 예산반영 시행
제동장치 고장	장기사용에 따른 ECU PCB 불량	<ul style="list-style-type: none"> · 성능 개선된 전자카드로 신규 제작 - 11.1억원(6편성×1.85억원) - <u>추진일정</u>: '21년 예산반영 시행
C/I고장 (속도센서)	이물질에 의한 속도센서 고장검지	<ul style="list-style-type: none"> · 고장 다발 속도센서 신품 교체 - <u>추진일정</u>: '21년 예산반영 시행

Ⅲ 열차 운행 중 차량고장 승무-차량 간 정보 공유 체계

1) 정보 공유 매뉴얼

○ 열차관제보고→상태권(1~4호선)/Office전산 입력(5~8호선)

구분	1호선 ~ 4호선	5호선 ~ 8호선
차량상태권 배 부	· 차량 상태권 배부 (출고 시 차량검수에서 배부)	· 차량 상태권 없음
상태권 기록	· 열차운행 중 차량고장 발생 시 승무원이 차량 상태권에 기록	· 승무원이 승무상황표(수첩 등)에 임시기록
상태권 제출	· 차량 상태권 제출 (승무원 기지입고 시 검수에 제출)	· 상태권 없음
등 록	· 검수원이 차량 상태권 내용 RIMS 등록 · 승무원이 사업종료 전 승무사업소 비치된 차량고장 기록부 기재	· 승무원이 차량기지 기지입고 후 - 검사운용과: UFFICE 등록 · 승무원이 열차운행 종료 후 - 승무운용과: UFFICE 등록
조 치	· 검수원이 RIMS에 차량고장 조치 결과 내용 입력	· 검수원이 UFFICE 「전동차 관리」 차량고장 조치결과 내용입력
정보공유	· 승무)월별 차량고장 발생현황 문서 통보 · 차량)월별 차량고장 조치내역 문서 통보	· UFFICE에서 이례상황 조치내역 승무와 차량 간 공유 · 월별 기관사 열차운행 차량고장 분석 승무원 공유

2) 현황 파악을 위한 인터뷰 실시

○ 일시: 2020.07.08.(수)~07.09.(목)

구 분	인터뷰 내용(31명: 상계·동작승무 27명, 창동차량 4명)
승 무	<ul style="list-style-type: none"> · 열차운행 중 상태권(차량고장)기록 시간 부족 · 업무종료 후 차량고장 수기기록 시 일정시간 경과에 따른 정확한 기억(편성, 차호 등) 유추 부담감 작용 · 상태권에 기록해도 조치되지 않을 것이라는 선입견
차 량	<ul style="list-style-type: none"> · 차량 상태권 차량고장 기록에 장소, 차호, 기관사 등의 기록이 누락되어 정비할 개소를 특정하지 못함
공 통	<ul style="list-style-type: none"> · 차량고장 기록 공유 및 휴먼에러 예방 공감대 부족

○ 시사점

- 1) 열차 운행 중 상태권(차량고장)기록에 대한 불안전 요인 부담감
 - 업무종료 후 승무사업소 차량고장 수기기록 시 일정시간 경과에 따른 정확한 기억(편성, 차호등)유추 부담감 작용
- 2) 월별 차량고장 발생 및 조치내역 문서통보에 한정, 실질적 공유 미흡

3) 개선대책

○ 즉시개선

순서	주요 내용
1	<ul style="list-style-type: none"> - <u>차량고장 정보 기록 관리 개선</u> · 상태권 기록방법 변경: 기관사 → 기관사, 차장 협업 · 기대효과: 수기기록 시간 확보 및 정확도 향상
2	<ul style="list-style-type: none"> - <u>차량고장 정보 기록 관리 우수자 포상</u> · 소속별 상태권 기록관리 우수직원 사장포장 · 기대효과: 동기부여를 통한 안전문화 증진
3	<ul style="list-style-type: none"> - <u>호선별 월별 이례상황 분석 소통회의(안전관리관 주관)</u> · 승 무: 월별 차량고장 발생현황 분석→테마선정(다빈도 고장 등) · 차 량: 차량고장 조치→진행사항 피드백 및 상태권 기록 의견 수렴 - <u>반기별 승무-차량 합동 워크숍 실시</u> · 대 상: 차량/승무 운영처장 및 차량/승무사업소장 - <u>승무-차량 합동 첨승 실시</u> · 습성고장 차량 발생 시 원인분석 및 대책수립

- 차세대 통합운용 시스템 → ‘승무원 운용관리 프로세스’ 개선 추진 중
 - 1~4호선, 5~8호선 일원화된 승무원 운용관리 통합
 - 기대효과: 표준화, 일원화로 업무 효율 증대

- 협조사항
 - 2021년 사업예산 반영(예산처)

붙임) 1. 4호선 전동차 성능개선 현황 1부. 끝.