

철도사고조사보고서

한국철도공사

광주선

동송정역~극락강역 사이(동송정역 기점 1.650km 지점)

제8777 장비열차(모터카 + 트롤리 3대)

열차탈선

2019년 7월 12일(금) 13시 17분 경



2020. 3. .



항공·철도사고조사위원회

이 조사보고서는 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제2조(정의)에 의거 사고조사가 이루어졌으며, 제25조(사고조사보고서의 작성 등)에 따라 작성되었다.

같은 법률 제1조(목적)에서 ‘철도사고 조사는 독립적이고 공정한 조사를 통하여 사고 원인을 정확하게 규명함으로써 철도사고의 예방과 안전 확보에 이바지함’을 목적으로 하고 있다.

또한, 제30조(다른 절차와의 분리)에 따라 ‘사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분절차 또는 행정쟁송절차와 분리·수행’되어야 하고,

제32조(불이익의 금지)에서 ‘위원회에 진술·증언·자료 등의 제출 또는 답변을 한 사람은 이를 이유로 해고·전보·징계·부당한 대우 또는 그 밖에 신분이나 처우와 관련하여 불이익을 받지 아니한다.’라고 규정하고 있다.

그러므로 이 조사보고서는 철도분야의 안전을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

차 례

제 목	1
개 요	2
1. 사실정보	4
1.1 사고의 경위	4
1.2 피해사항	5
1.3 인적정보 및 업무수행사항	5
1.4 사고 당시 열차운행상황	8
1.5 선로정보	13
1.6 차량정보	18
1.7 신호정보	21
1.8 기상정보	22
2. 분석	23
2.1 관계자 업무수행사항	23
2.2 사고열차	24
2.3 선로유지보수 현황	26
2.4 신호정보	26
3. 결론	27
3.1 조사결과	27
3.2 사고원인	28
4. 안전권고	29
4.1 한국철도공사에 대하여	29

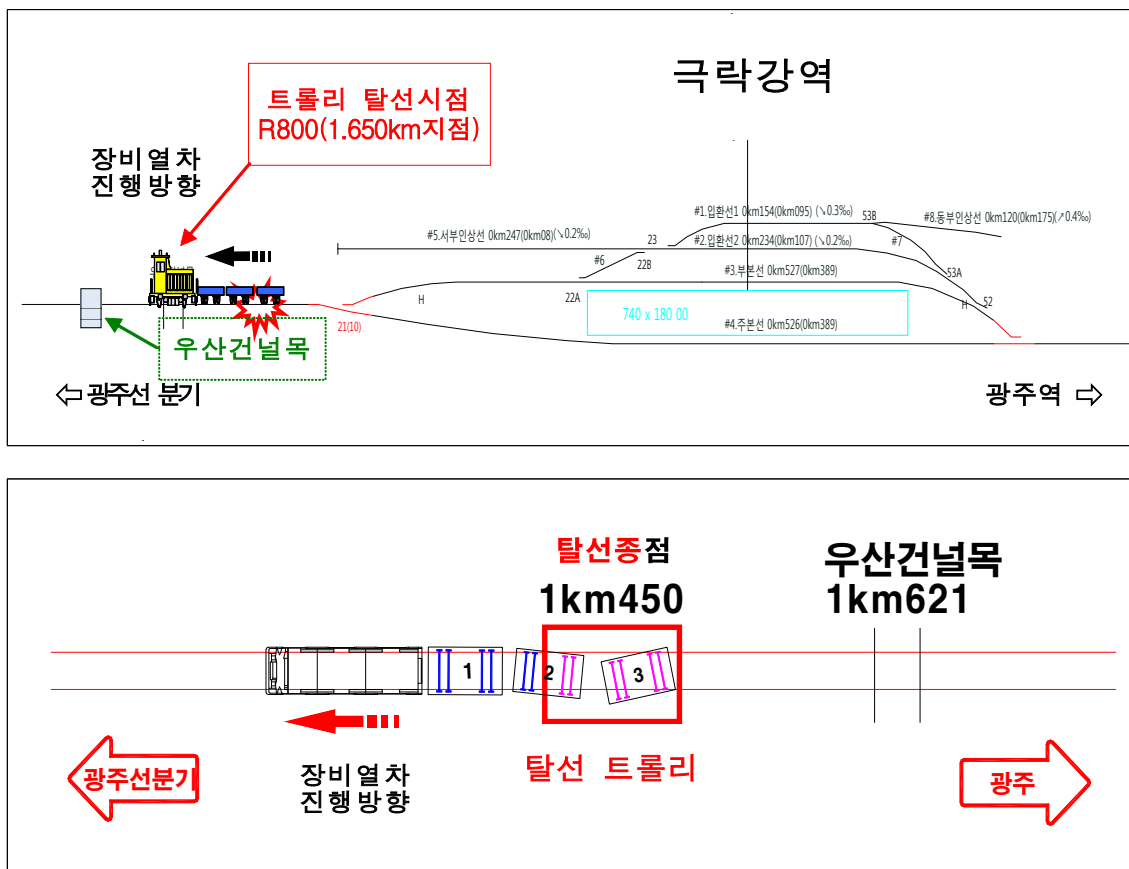
한국철도공사 광주선 동송정역~극락강역 사이 장비열차 탈선사고

- 운영기관 : 한국철도공사
- 운행노선 : 광주선
- 발생장소 : 동송정역~극락강역 사이(동송정역 기점 1.650km 지점)
- 사고열차 : 제8777호 장비열차[모터카(MC9714)+트롤리(TR 10ton) 3대]
- 사고유형 : 열차탈선
- 발생일시 : 2019년 7월 12일(금) 13시 17분경



개요(Synopsis)

2019년 7월 12일 제8777호 장비열차(광주역→이양역, 모터카 1대 + 트롤리 3대 편성)의 트롤리¹⁾에 레일 등 궤도재료를 적재하고 광주선 광주역을 출발하여 극락강역을 통과한 후 극락강역~동송정역 사이를 운행 중 동송정역 기점 1.650km지점에서 트롤리 3대 중 2~3번 트롤리 2대가 열차 진행방향 좌측으로 탈선되었다.



[그림1] 트롤리 탈선 개요도

이번 탈선사고로 인명피해는 발생하지 않았으나, 차륜 찰상, 트롤리 상판과 대차의 분리, 차륜과 콘크리트침목의 궤간내 타격 흔적이 있으며, 5개 여객열차가 6~20분 지연되고, 2개 화물열차는 운행을 중지하였다.

1) 트롤리(trolley) : 모터카에 연결하여 레일, 침목, 부속품 등의 궤도재료 운반에 쓰이는 기계기구

항공·철도사고조사위원회는 이번 광주선 동송정~극락강역 사이에서 발생한 장비열차 탈선사고의 주 원인은 ‘장비운전원이 한국철도공사 「열차운행선로 지장작업 업무세칙」에서 정한 장비열차의 제한속도 40km/h를 초과(약 28.5km/h)하여 운행한 것’으로 결정하였다.

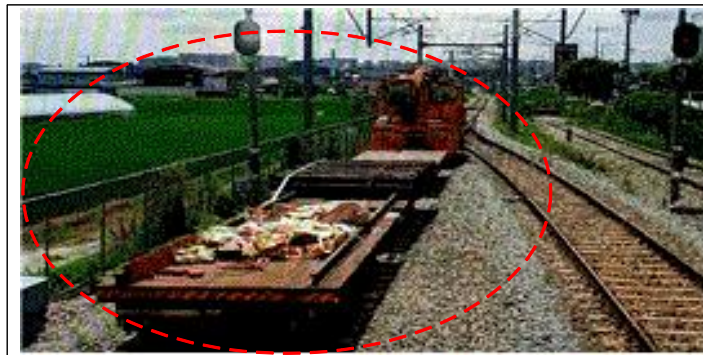
또한 이번 사고의 기여요인은 ‘장비열차 트롤리에 적재물을 견고하게 결박하지 않은 것, 장비운전원이 장비열차의 운전제한속도 등 안전관련규정을 숙지하지 못한 것’으로 결정하였다.

따라서 항공·철도사고조사위원회는 사고조사 결과 및 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제26조에 따라 한국철도공사에 4건의 안전권고를 발행한다.

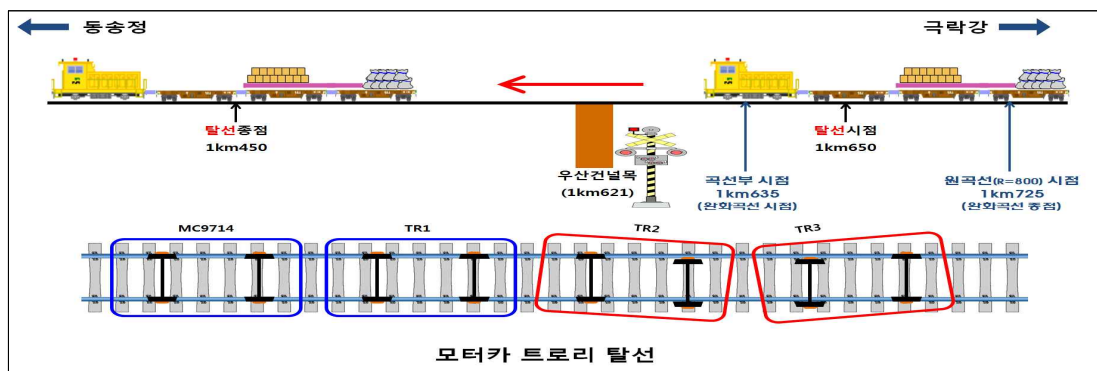
1. 사실정보

1.1 사고의 경위

2019년 7월 12일 광주역 구내에서 [그림2]의 제8777호 장비열차(이하 “사고 열차”라 한다)에 연결된 트롤리 3대 중 2대에 레일, 침목 등을 적재하고 13시 06분 광주역을 출발하여 광주선 극락강역~동송정역 사이를 약 68.5km/h(장비열차 제한속도 40km/h 이하를 28.5km/h 초과)로 운행 하던 중 13시 17분경 동송정역 기점 1.650km지점의 곡선구간(R=800m)에서 장비열차 트롤리의 레일 등 적재물이 원심력의 작용으로 곡선 바깥쪽으로 쏠리면서 [그림3]과 같이 두 번째 트롤리 후부축 차륜과 세번째 트롤리 전부축 차륜이 열차 진행방향 좌측으로 탈선하여 동송정역 방향으로 200m 진행 후 1.450km 지점에서 정차하였다.



[그림2] 장비열차



[그림3] 탈선된 열차의 현장약도

1.2. 피해사항

1.2.1 인명피해

사고열차는 선로유지보수에 사용하는 장비열차로서 인명피해는 발생하지 않았다.

1.2.2 물적피해

1.2.2.1 시설피해

이번 사고로 인하여 콘크리트침목(50kg e-코일) 3개, 우산건널목 지장물 검지장치(수광기) 1조, 건널목 고무보판용 경사판(대) 1개가 파손되었으며, 피해액은 약 1,350만원으로 산정되었다.

1.2.3 기타피해

단선 운행구간의 선로에서 사고가 발생하여 5개 여객열차가 6~20분 지연되고, 화물열차 2개는 운행을 중지하였으나, 여객열차 지연시간이 40분 이내로 열차지연에 따른 피해는 없었다.

1.2.4 피해액

이번 사고의 피해금액은 총 1,350만원(시설피해)이 발생하였다.

1.3 인적정보 및 업무수행사항

1.3.1 장비운전원

사고열차 운전원 ‘김○○(60세, 남, 이하 “장비운전원”이라 한다)’는 1987년

한국철도공사(구 철도청)에 입사하여 2014년까지 목포역과 목포 전기사업소에서 근무하였으며, 2019년 4월 20일 이번 사고 관련 “경전선 명봉역~이양역간 저불강1교 외 2개소 교량침목교환 기타공사” 궤도공사 시공업체인 (주)○○○○에 입사하여 한국철도공사로부터 임차하여 사용하고 있는 장비열차의 운전업무에 종사하고 있었다.

장비운전원은 「철도안전법」(법률 제13436호, 2015년 7월 24일 개정, 이하 “철도안전법”이라 한다) 제10조에 의한 철도차량운전면허(장비열차)를 소지하고 있으며, 2002년도에 한국철도공사 인재개발원에서 교육을 받았고, 4년 전에 신체검사와 적성검사를 받았다.

장비운전원의 진술에 의하면 장비열차의 운전속도는 한국철도공사 「열차 운행선로 지장작업 업무세칙」에 따라 구내작업은 25km/h 이하, 차단작업시 차단열차는 25km/h 이하, 역간 열차번호로 이동시 관통제동²⁾ 사용시에는 50km/h 이하이며, 장비열차 자체만 이동시에는 60km/h이하로 알고 있으며, 사고 당일 장비열차 운전속도를 60km/h로 착각하고 50km/h를 약간 넘는 속도로 운행하였다고 한다.

그리고 사고 당일 광주역 화물선에 유치되어 있는 장비열차를 운전하여 7번선에 있던 트롤리 3대(트롤리에는 목침목 35개와 12m 레일 2개가 적재되어 있었다고 함)를 연결하여 13시 06분 광주역을 출발하여 13시 14분 극락강역을 지나 우산건널목을 통과한 후 동승한 안전관리자가 트롤리 탈선상태를 확인하고 “정지, 정지, 정지”라 하여 비상제동을 체결하였다고 한다.

또한 장비운전원은 비상제동을 취급하여 탈선된 상태로 200m 진행한 후 13시 17분경 동송정역 기점 1.450km지점에 정차하여 현장을 확인한 결과, 장비열차로부터 두 번째 트롤리 후부측 차륜과 세 번째 트롤리 전부측 차륜이 열차 진행방향 좌측으로 각각 탈선되었다고 진술하였다.

2) 관통제동(貫通制動, continuous braker) : 열차를 조성한 전 차량의 제동관에 공기를 관통시켜 제동관 내의 공기를 대기로 배출시킬 경우 자동적으로 제동작용 하는 것을 말함

1.3.2 안전관리자(장비 동승자)

사고열차의 안전관리자로 지정된 ‘서○○(70세, 남, 이하 “안전관리자”라 한다)’는 1975년 3월 한국철도공사(구 철도청)에 입사하여 2007년 6월 정년퇴직하였으며, 2019년 6월 ○○엔지니어링(주)에 입사하여 이번 사고 관련 “경전선 명봉역~이양역간 저불강1교 외 2개소 교량침묵교환 기타공사” 궤도공사 건설사업의 안전관리자로 근무하고 있었다.

안전관리자의 진술에 따르면, 안전관리자는 「열차운행지장작업 업무세칙」에 따라 장비열차 운행시 전·후 감시, 장비운전원과 지적확인 등 업무독려 역할을 하며, 사고 전날인 2019년 7월 11일 15시부터 16시까지 사고열차 트롤리에 레일과 침목을 적재할 때 입회하여 최종 이상없음을 확인하였다고 하였다.

또한, 장비열차 트롤리에 침목과 레일을 함께 싣는 경우에는 무거운 레일을 밑에 놓고 가벼운 침목을 위에 적재해야 안정감이 있고 적재나 결박에 이상이 없는데 사고가 발생하여 이해가 안된다고 진술하였으며, 사고열차 운행 중 ‘적재물 확인과 전도주시를 하느라 열차의 속도에는 신경을 못써서 운행 속도는 잘 몰랐다.’고 진술하였다.

1.3.3 광주역 로컬관제원

광주역 로컬관제원 ‘김○○(남, 이하 “광주역 로컬관제원”이라 한다)’는 2016년 1월 4일부터 광주역 로컬관제원 업무를 수행하고 있었다.

광주역 로컬관제원은 사고열차에 대하여 12시 41분경 관제센터와 협의 후 광주역 7번선 출발신호기에 진행신호를 현시하고 장비운전원에게 출발을 통보하였다.

그러나 사고열차가 무선전화 통화내용과 다르게 추진운전³⁾을 하고 있어

즉시 정차시키고, 12시 42분경 관제사와 재 협의하여 트롤리를 장비열차 후부로 변경 연결하여 13시 06분경 광주역 7번선에서 출발하도록 하였다.

1.3.4 극락강역 로컬관제원

극락강역 로컬관제원 ‘강○○(남, 이하 “극락강역 로컬관제원”이라 한다)’는 2019년 7월 12일부터 극락강역 로컬관제원 업무를 수행하고 있었다.

극락강역 로컬관제원은 13시 06분경 광주역 로컬관제원으로부터 사고열차가 출발한다는 통보를 받았으며, 사고열차가 13시 14분경 극락강역을 통과하여 지나갈 때까지 표시제어부와 CCTV를 통해 열차를 감시하면서 13시 15분경 관제센터로부터 전화를 받고 무선전화기로 장비운전원에게 규정속도를 준수하도록 전달하였고 13시 18분경 장비운전원으로부터 트롤리 2대가 탈선되었음을 통보받았다고 하였다.

1.4 사고 당시 열차운행상황

1.4.1 열차무선 녹취록

[표1]과 같이 장비운전원과 로컬관제원간 사고열차의 무전기 녹취록을 확인한 결과, 12:35분경 장비운전원은 광주역 로컬관제원에게 운행속도를 60~65km/h로 통보하였으며, 12:37분경 광주역 로컬관제원이 장비운전원에게 장비열차의 운행속도가 40km/h인지 60km/h인지를 문의하였으나 장비운전원이 60km/h 이하로 운행하면 된다고 수보하였다.

12:53분경 광주역 로컬관제원이 극락강역까지 운행 소요시간을 파악하는 과정에 장비운전원은 극락강역까지 15분, 송정역까지 10분 이라고 답하며 광

3) 추진운전 : 동력차를 맨 앞으로 하지 않고 운전하는 경우를 말함.



주역을 빨리 출발하려는 의사를 표시하였다.

13:06분경 사고열차는 광주역을 출발하였으며, 13:15분경 극락강역 로컬관계원이 장비운전원을 호출하여 “관계에서 규정속도 준수하고 가시랍니다.”라고 통보하였다.

13:19분경 장비운전원은 극락강역 로컬관계원을 호출하여 “트롤리 2량 탈선되었습니다. 건널목 지나서 1.400km 지점입니다.”라고 통보하여 열차의 탈선을 확인하였다.

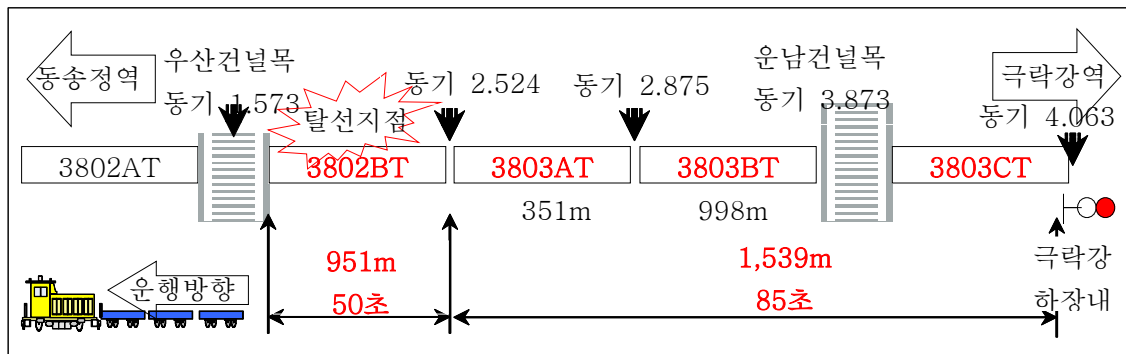
시 간	제8777열차 장비운전원	로컬관계원	비 고
12:35		운행 속도가 몇인가요?	광주역
	보통 60~65까지 맵니다.		
12:37	철도 광주!		
		철도 광주 MC9714 서울쪽이죠? 극락강쪽이죠? 송정에서 돌려 붙여야 돼요?	
	그대로 가면 안되겠습니까?		
		MC는 항상 전부쪽이 되어 있습니다.	
		지금 전부니까 송정에 가면 돌려 붙여야 되지 않을까 생각하는데, 시속이 트롤리 물고 40이예요 60이예요?	
	60이하로 가면 되는데요.		
12:53		극락강까지 몇분이나 걸립니까?	
	10분이면 갑니다.		
		극락강까지 몇분, 송정까지 몇분 그렇게 얘기해 주세요.	
	그럼 극락강까지 15분, 송정까지 10분		
13:03		8777 광주송정까지 35분까지 들어갈수 있냐고 관계에서 다시 한번 물어보네요.	
	예 35분까지 충분히 들어갑니다.		
13:06		철도 8777 광주역 7번선 출발 진행 확인하고 발차합시다.	
	7번에서 진행 발차하겠습니다.		
13:15		철도 8777 모터카 극락강역 이상!	극락강역
	8777 이상!		
		관계에서 규정속도 준수하고 가시랍니다.	
	예 알겠습니다.		

13:19	철도 극락강, 극락강 8777 이상!		
		극락강 이상!	
	트롤리 2량 탈선 되었습니다. 건널목 지나서 1.400km지점입니다.		

[표1] 열차무선 녹취록

1.4.2 사고열차의 열차운행정보기록

사고열차에는 열차운행기록장치가 설치되어 있지 않아 기록장치에 의한 운행정보 확인이 불가능하여 전자연동장치 로그파일의 기록을 기준으로 사고 당시의 운전속도를 산출하기 위하여 운행거리와 시간을 확인한 결과 [그림4]와 같이 사고열차는 극락강역을 통과하여 탈선지점에 가장 근접한 궤도 회로 구간(B3803CT, B3803BT, B3803AT)의 거리 1,539m를 85초에 운행한 것으로 전자연동장치는 기록하고 있어 이를 속도식 $V=S(m)/T(sec) \times 3.6$ 에 대입하여 산출한 결과 약 65.2km/h 속도로 운행한 것으로 확인되었으며, 사고 구간인 3802BT구간에서는 951m 거리를 50초 동안 운행하여 사고당시의 속도는 68.5km/h로 추정된다.



[그림4] 운남건널목과 우산건널목 사이 궤도회로 거리와 운행시간

또한 사고열차가 광주역에서 출발하여 사고로 정차한 지점까지의 속도는 [표2]와 같으며, 최고속도는 탈선구간에서 68.5km/h, 최저속도는 곡선반경 (R=300m)이 포함된 개소에서 62.6km/h 산출되었다.

역(역간)	궤도회로 명	궤도회로 길이(m)	궤도회로 점유시작 시각	궤도회로 점유시간	평균속도 km/h	비고
광주역	1T~XT	506	13:07:23	0:01:00	30.4	구내 출발
광주~극락강	B3806T	2,181	13:08:23	0:02:05	62.8	
	B3805T	1,743	13:10:28	0:01:33	67.5	
	B3804CT	1,003	13:12:01	0:00:54	66.9	
	B3804BT	717	13:12:55	0:00:40	64.5	
	B3804AT	504	13:13:35	0:00:29	62.6	R=300곡선부
극락강역	YT~XT	831	13:14:04	0:00:47	63.7	구내통과
극락강~동송정	B3803 C.B.AT	1,539	13:14:51	0:01:25	65.2	
	B3802BT	951	13:16:16	0:00:50	68.5	사고지점
	B3802AT	1,573	13:17:06	탈선으로 정차		우산건널목

[표 2] 사고열차의 광주역~사고지점 추정 운행속도

1.4.3 CCTV 녹화영상

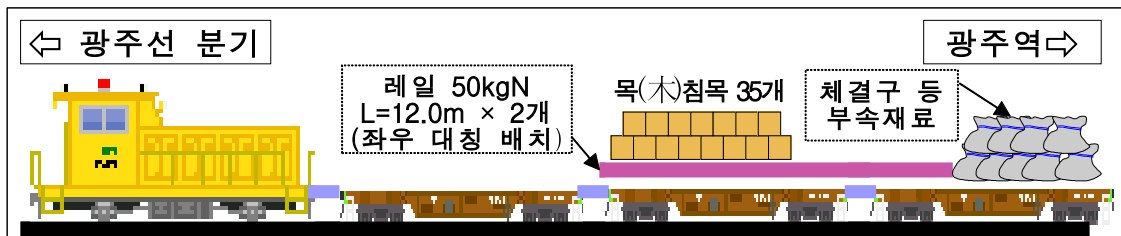
[그림5]와 같이 CCTV 녹화영상을 확인한 결과 12:36경 광주역 출발 전 사고열차의 연결상태는 트롤리 2대(짐차)+모터카+트롤리 1대(빈차) 순서였으나 13:14분경 극락강역 통과 과정에 연결상태가 모터카+트롤리 1대(빈차)+트롤리 2대(짐차)인 것을 확인하였으며, 13:18분경 사고열차가 우산 건널목 통과 후 먼지가 자욱하게 발생하여 탈선되었음을 확인하였다.



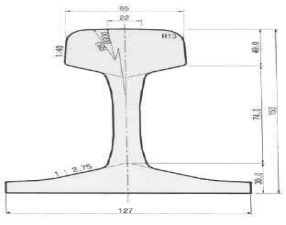
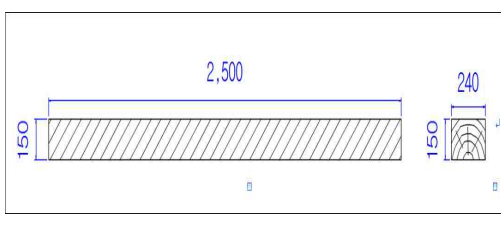
[그림5] CCTV 화면

1.4.4 사고열차의 조성 및 적재상태

사고열차는 [그림6] 및 [표3]과 같이 장비열차에 궤도재료 적재 운반용 트롤리 3대가 연결되어 있으며, 장비열차 진행방향으로부터 2번째 트롤리에 목(木)침목 35개, 3번째 트롤리에 체결구 등 부속재료(스파이크 250개, 코일스프링 70개, 고저정정패드 600개)가 적재되어 있었으며, 2~3번 트롤리에 걸쳐 레일(50kg, 12m) 2개가 좌·우 대칭으로 철제 상판에 적재되어 있었다.



[그림6] 사고열차의 조성 및 재료 적재상태

50kg N레일		목침목(보통침목) 신품	
			
중량(kg/m)	50	중량(kg)	100
단면적(cm ²)	64.29	길이(mm)	2,500
높이 (mm)	153	폭(mm)	240
두부폭(mm)	65	두께(mm)	150
저부폭(mm)	127	부피(m ³)	0.090

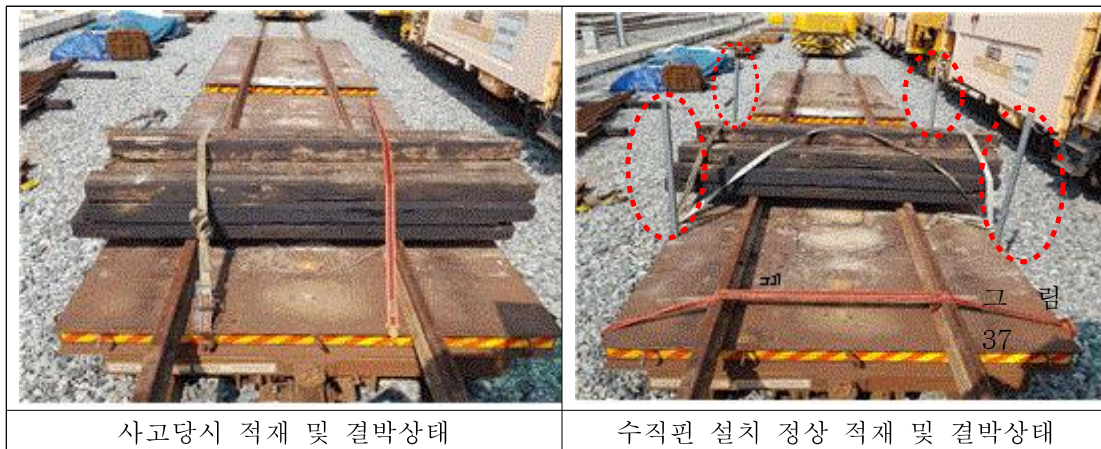
[표3] 적재한 레일 및 침목의 규격

1.4.5 트롤리 상판 및 적재물 결박상태

사고열차의 트롤리 상태를 확인한 바, [그림7]과 같이 장비열차 진행방향 으로부터 3번째 트롤리 상판에는 레일의 수평이동 방지용 수직핀 구멍이 상 판 가장자리 좌·우로 2개씩 4개가 설치되어 있으나 2번째 트롤리 상판에는 수직핀 구멍이 없었으며, 사고현장에서 확인한 결과 [그림8]과 같이 레일 등 적재물의 이동방지를 위한 수직핀을 설치하지 않고, 나일론 재질의 밴드를 이용하여 적재물을 결박하여 운행하였다.



[그림7] 사고현장의 트롤리 상판 및 결박용품



[그림8] 사고열차의 트롤리 상판 및 결박용품

1.5 선로정보

1.5.1 사고현장의 선로

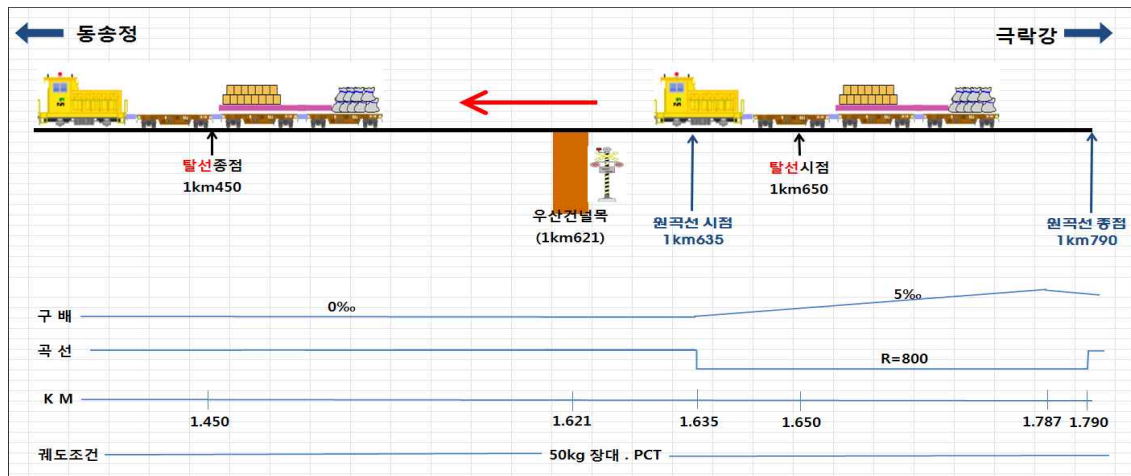
사고현장인 광주선은 광주광역시 광산구 동송정 신호장 서쪽 분기점에서 광주역을 연결하는 단선 노선으로 1922년 7월 1일 송정리역에서 광주역까지 11.900km 개통 되었으며, 사고열차 최초 탈선지점은 광주선 동송정역~극락강역 사이 동송정역 기점 1.650km 부근으로 사고열차가 출발한 광주역부터 사고지점까지 선로의 최급 기울기⁴⁾는 10%, 최급 곡선은 R=300m이다.

탈선지점 선로의 선형은 [그림9]와 같이 곡선(R=800m) 및 내리막 기울기(5%) 구간이며, 사고열차가 탈선한 상태에서 동송정역 방향으로 200m 이동한 후 동송정역 기점 1.450km에서 정차하였으며, 정차지점 선로의 선형은 직선 및 수평구간이다.

사고지점의 선로는 장대레일⁵⁾(2014년도 부설)에 콘크리트침목, 50kg N레일, 코일스프링크립으로 구성된 자갈도상 궤도로 부설되어 있었다.

4) 기울기 : 선로의 오르막 또는 내리막의 기울기 정도를 나타내며 연장 1000m에 대한 높이를 표시. 단위는 ‰

5) 장대레일(long rail) : 50kg레일의 경우 한 개의 레일길이가 200 m 이상, 60kg레일의 경우 한 개의 레일 길이가 300 m 이상인 레일을 말한다.



[그림9] 탈선현장의 선형약도

1.5.2 사고구간 선로유지보수 현황

선로유지보수 자료에 따르면 궤도검측차에 의한 점검은 금년에 2회 (2019.04.15., 2019.05.31.)시행하였고, 궤도틀림이 기준을 초과한 개소가 사고 구간에는 없는 것으로 확인하였으며, 궤도검측차 운행횟수는 「선로 유지관리 지침(한국철도시설공단, 2016.12.30. 개정, 이하 “선로 유지관리 지침”이라 한다)」 제170조(궤도검측차점검)에 따라 일반철도인 경우에 분기 1회 점검하였다.

그리고 선로 순회는 「선로 유지관리 지침」 제200조(일상순회점검)에 따라 매주 1회(2019.07.05., 2019.07.10.)실시하고 있었다.

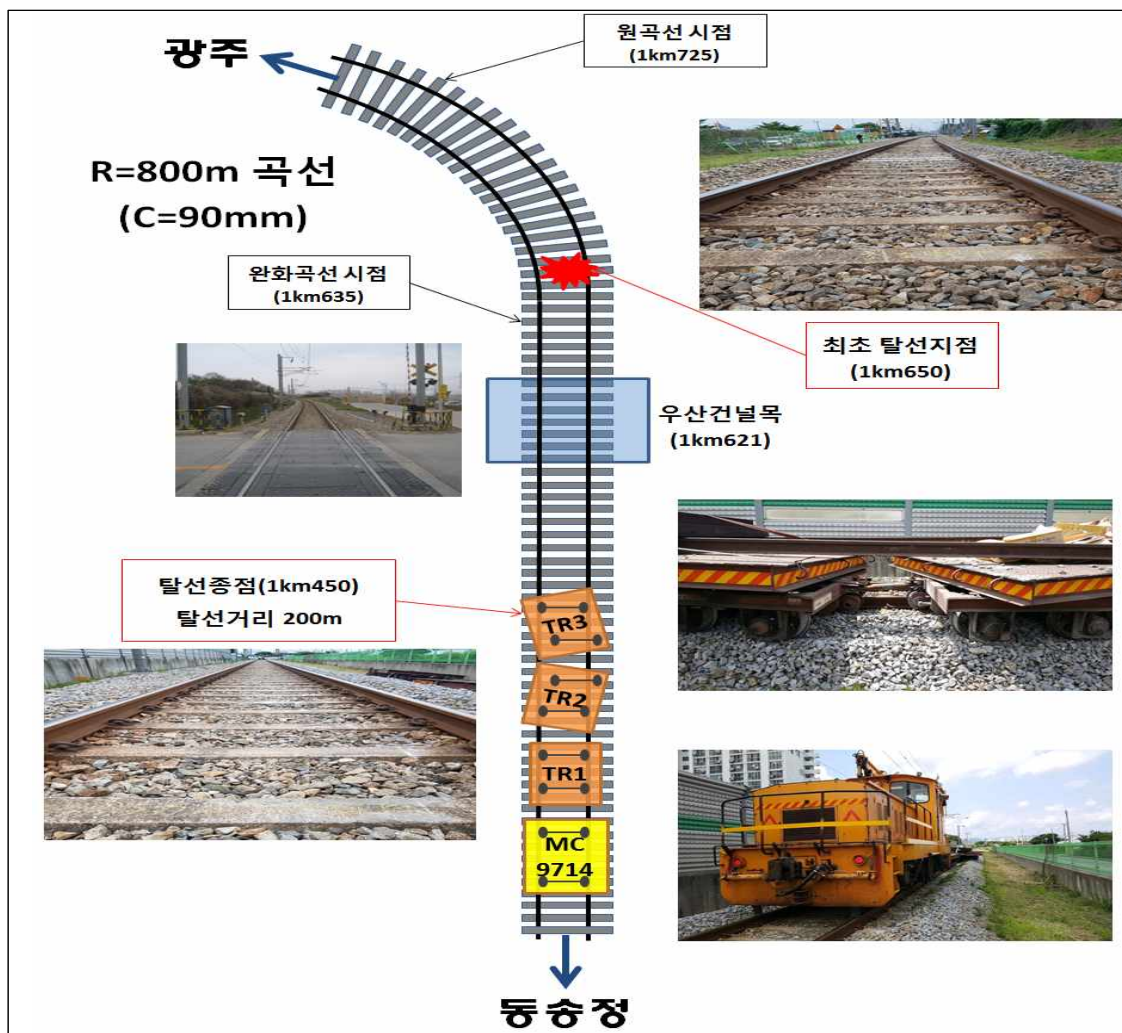
또한 사고현장 부근에 대한 유지보수 이력은 1.300km~1.600km, 1.650km ~2.200km 구간에 대하여 도상 다짐장비를 활용한 기계화 작업을 2019년 3월 29일 및 2019년 3월 27일 각각 시행하였다.

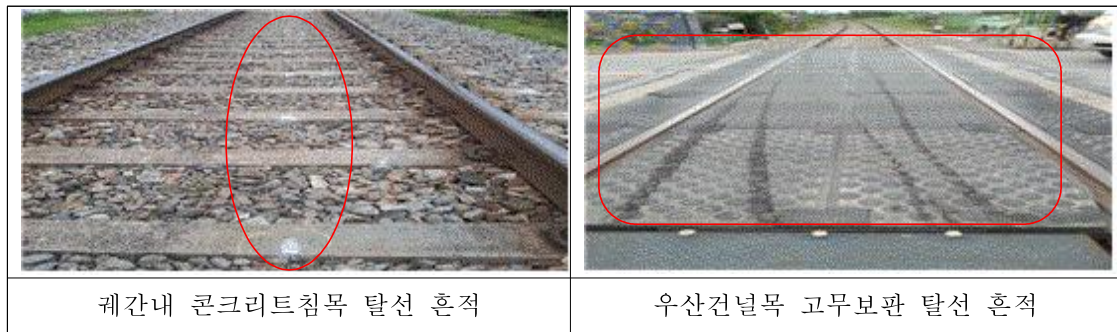
1.5.3 사고열차의 탈선흔적

사고열차는 [그림10]과 같이 광주선 극락강역~동송정역 사이 열차 진행방

향 좌곡선(R=800m, C=90mm)의 원곡선 시점(동송정역 기점 1.725km)을 지나 완화곡선 부분(동송정역 기점 1.650km)에서 콘크리트침목의 궤간내 차륜 타격 흔적을 발견하였으며, 이 지점을 최초의 탈선지점으로 확인하였다.

탈선된 장비열차 트롤리 차륜은 콘크리트침목과 건널목 고무보판에 타격 흔적을 남기고 동송정역 방향으로 진행하면서 우산건널목(동송정역 기점 1.621km)을 포함하여 200m를 이동한 후 직선 선로구간인 동송정역 기점 1.450km 지점에서 탈선한 상태로 정차하였다.





[그림10] 사고열차의 탈선흔적

1.5.4 사고열차의 탈선상태

사고열차의 탈선상태는 [그림11]과 같이 장비열차로부터 2번째 트롤리 후부축 차륜과 3번째 트롤리 전부축 차륜이 열차 진행방향 좌측으로 궤도를 이탈한 상태였다



[그림11] 사고열차의 탈선상태

1.5.5 궤도공사 관련 계약내용

한국철도공사는 [표4]와 같이 (주)○○○○와 교량침목교환공사(사고구간 포함) 계약을 체결하여 궤도공사를 시행하고 있었고, ○○엔지니어링(주)와 궤도공사 건설사업관리용역 계약을 체결하여 용역을 시행 중이었다.

궤도공사	건명	경전선 명봉~이양간 저불강교 외 2개소 교량침목교환 기타공사
	계약	주식회사 ○○○○
	기간	2019. 6. 26.~2019. 7. 24.(29일) (2019. 7. 12. 사고발생)
	내용	교량침목교환 507정(저불강제1교, 용산천,월곡천)
건설사업 관리용역	건명	경전선 명봉~이양간 저불강교 외 2개소 교량침목교환 기타공사
	계약	○○엔지니어링 주식회사
	기간	2019. 6. 18.~2020. 2. 12.(240일)
	내용	호남권 3개본부 궤도공사 건설사업관리

[표4] 궤도공사 관련 계약내용 요약

1.5.6 업체의 모터카 운영 및 재료의 적재 지침

‘경전선 명봉~이양간 저불강교 외 2개소 교량침목교환 기타공사(사고구간 포함)’ 및 건설사업 관리용역 업체인 (주)○○○○와 ○○엔지니어링(주)는 [표5, 6]과 같이 궤도공사 시방서의 장비열차의 운용 및 안전관리계획서에 트롤리에 적재된 재료가 운반을 위한 이동 중 낙하 등이 우려될 경우 결박 조치하도록 되어 있다.

〈궤도공사 시방서〉 제16조 (모터카 운용) 궤도공사 적격심사 시 제출하여 평가된 재료운반용 장비(모터카 및 트롤리)는 필히 본 공사 시행 시 수급인이 제공(공사에 투입)하여야 하며(단, 상당한 사유가 있는 경우 제외), 수급인의 모터카 운용 시 다음 사항을 준수하여야 한다. 1. 수급인 모터카의 취급 및 사용은 열차운행선로지장작업업무세칙(개정 2018.09.28. 제 2018-65호)과 열차운전시행세칙(개정 2018.12.20. 제2018-80호)에 준한다.	
---	--

[표5] 궤도공사 시방서(모터카 운용)

〈안전관리계획서〉

3. 공사장 및 주변 안전관리계획

자. 공종별 공사 안전관리계획

2) 재료의 적재

가. 재료를 적재하는 선로에 전차선이 설치되어 있는 경우에는 전차선단전(단로기)후 시행하여야 한다.

나. 재료의 적재는 트롤리(10톤) 또는 장물화차(50톤)에 적재하되 적재중량을 초과하지 않도록 하여야 한다.

다. 적재된 재료가 운반을 위한 이동 중 낙하 등이 우려될 경우 결박 조치를 하여야 한다.

[표6] 안전관리계획서(재료의 적재)

1.6 차량정보

1.6.1 사고열차 조성내역

사고열차는 다음과 같이 모터카 1대와 트롤리 3대로 구성되어 있었다.

[MT + TR1 + TR2 + TR3 ← (사고 당시 진행방향)]

1.6.2 사고열차 주요 제원

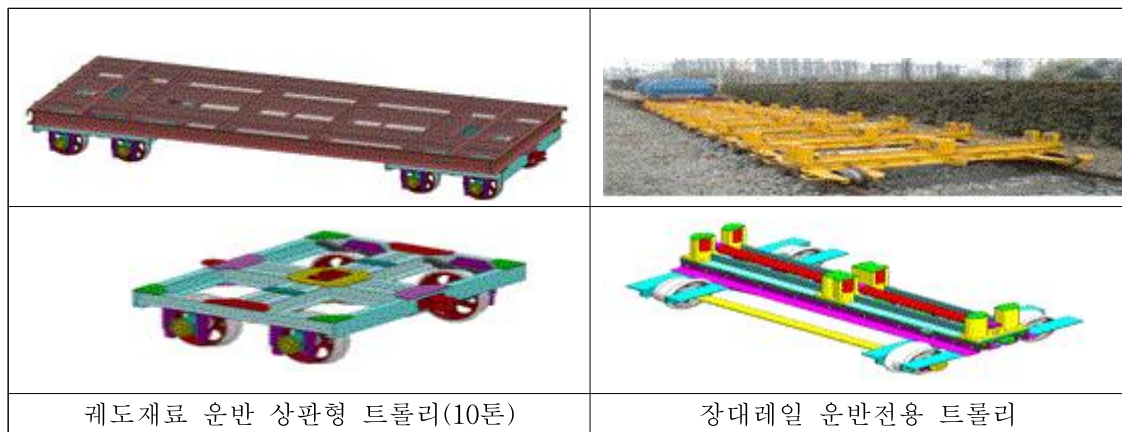
사고열차의 주요 제원은 다음 [표7]과 같다.

항 목	제 원		
	모터카(MC9714)	트롤리(10ton)	
		상 판	대 차
길이/폭/높이(m)	7.95 / 2.81 / 3.40	6.0 / 2.4 / 0.2	1.84 / 1.98 / 0.15
영업 최고속도	80km/h	40km/h 이하	
제동장치	공기제동형식(답면제동)	없음	
총 중량	15ton	2.0ton	1.1ton

[표7] 사고열차 제원

1.6.3 궤도재료 운반용 트롤리 보유현황

한국철도공사에서는 레일, 침목, 부속품 등 궤도재료 및 소형 기계기구를 운반하기 위하여 장비열차에 연결된 상판형 10톤 트롤리 191대(대차 383대)와 장대레일을 운반하는 레일 운반전용 트롤리 217대를 보유하고 있다.[그림12]



[그림12] 궤도재료 운반용 트롤리

1.6.4 사고열차 검수 현황

사고열차에 대한 검수는 한국철도공사 『보선장비관리기준(2016.2.5.개정)』에 따라 일상검수, 정기검수, 임시검수, 특종검수, 재 입고검수를 실시하고 있었고, 최근 실시한 모터카 및 트롤리의 검수이력은 [표8, 9]와 같다.

M	3M	2Y	6M	1Y
‘19.07.09. 전남장비사업소	‘19.04.15. 전남장비사업소	‘18.11.09. 장비중정비사업소	‘17.05.18. 전남장비사업소	‘16.06.10. 장비중정비사업소

[표8] 모터카 검수이력

모터카 트롤리	설비번호	제작년도	1Y	특별점검		
				점검일자	점검결과	점검소속

TR1	TR055000013	2005	‘18.11.29. 전남장비사업소	‘19.03.13.	양호	전남장비사업소
	TR035000014	2003	‘18.11.29. 전남장비사업소	‘19.03.13.	양호	전남장비사업소
TR2	TR015000017	2001	‘18.10.30. 전남장비사업소	‘19.03.13.	양호	전남장비사업소
	TR055000018 (탈선)	2005	‘18.10.31. 전남장비사업소	‘19.03.13.	양호	전남장비사업소
TR3	TR015000019 (탈선)	2001	‘18.10.30. 전남장비사업소	‘19.03.13.	양호	전남장비사업소
	TR055000020 (탈선)	2005	‘18.10.31. 전남장비사업소	‘19.03.13.	양호	전남장비사업소

[표9] 트롤리 검수이력

1.6.5 차량 탈선상태

사고열차의 피해는 트롤리 3대 중 2대가 열차진행방향 좌측으로 탈선되면서 [그림13]과 같이 트롤리 대차와 차축 및 상판이 각각 분리되었다.





[그림13] 차량 탈선상태

1.7 신호정보

사고구간의 신호설비는 [표10]과 같이 전자연동장치, 단선자동폐색, 임펄스 및 AF 궤도회로, ATS-S1 방식으로 구성되어 있다.

설비구분	연동장치	선로전환기	폐색방식	궤도회로	열차제어	
설비방식	전자 연동장치	NS-AM 방식	단선자동폐 색 3현시	역구내 : 임펄스 역 간 : AF 궤도회로장치	ATS-S1	ATP
설치년도	2003	2003	2018	2015	2002	2010

[표10] 사고구간 신호설비 구성

전자연동장치의 기록에는 [그림14]와 같이 사고열차는 극락강역 4번선을 상장내(2A)에서 4번선, 4번선에서 상출발(3A) 신호기의 정상적인 신호와 진로에 의해 통과하였으며, 동송정역 쪽 B3802T 구간에서 트롤리 2대가 탈선하여 정차할 때까지 신호와 진로는 모두 양호한 상태에서 운행하였다.



[그림14] 사고열차 운행 전자연동장치 기록상황

1.8 기상정보

2019년 7월 12일 광주지방의 날씨는 흐렸고, 낮 최고 온도는 28.6℃이었다.

2. 분석

2.1 관계자 업무수행사항

2.1.1 장비운전원, 안전관리자

장비운전원과 안전관리자는 한국철도공사 광주본부 시설처 주관으로 2019년 6월 26일 공사안전회의 및 착공전 안전교육(15시~17시)을 받았으며, 음주하지 않았다고 진술(장비운전원)하였으나 장비운전원은 사고열차의 운전속도에 대한 준수내용을 정확하게 숙지하지 못하였으며,

장비운전원은 「열차운행선로 지장작업 업무세칙(한국철도공사 내규, 2018년 10월 6일 시행)」 제67조(장비 운전속도) ②항 3호에 따라 제동장치가 없는 장비열차 트롤리(10톤)를 연결하고 운전할 경우 40km/h 이하로 운행하여야 하나, 사고 당일 장비열차 운전속도를 60km/h로 잘못 알고 있었을 뿐만 아니라 약 68.5km/h로 운행하였으며, 이는 제한속도를 28.5km/h 초과하여 탈선사고의 원인을 제공한 것으로 분석되었다.

그리고 안전관리자는 장비열차 트롤리에 침목과 레일을 함께 싣는 경우에는 무거운 레일을 밑에 놓고 가벼운 침목을 위에 적재하여야 안정감이 있으며, 나일론 재질의 밴드로 결박을 하였다고 했다.

그러나 레일 바닥면과 트롤리 상판 접촉면적이 작아 미끄러짐 우려가 크고 하나의 길이가 12m인 레일 2개를 트롤리 2대에 걸쳐 목침목 35개와 함께 적재한 후 트롤리 상판에 수직핀을 설치하고 결박을 견고히 하여야 하나, 나일론 밴드로만 결박하여 제한속도를 초과한 사고열차가 곡선구간을 운행 중 원심력의 작용으로 레일, 침목 등 중량물이 함께 곡선 바깥쪽으로 미끄러지면서 차륜이 부상하여 탈선한 것으로 분석되었다.

2.1.2 광주역, 극락강역 로컬관제원

광주역 로컬관제원은 사고열차에 대하여 광주역 7번선 출발신호기에 진행 신호를 현시하여 장비운전자에게 출발을 통보하였으며, 사고열차가 무선전화 통화내용과 다르게 추진운전을 하고 있어 즉시 정차시키고, 관제사와 재 협의한 후 트롤리를 장비열차 후부로 변경 연결하여 광주역 7번선에서 정상 출발하도록 하는 등 적절하게 업무를 수행한 것으로 분석되었다.

극락강역 로컬관제원은 광주역 로컬관제원으로부터 사고열차가 출발한다는 통보를 받고 사고열차가 극락강역을 통과하여 지나갈 때까지 표시제어부와 CCTV를 통해 열차를 감시하면서 관제사로부터 전화를 받고 무선전화기로 장비운전원에게 규정속도를 준수하도록 통보하는 등 적절하게 업무를 수행한 것으로 분석되었다.

2.1 사고열차

2.2.1 사고열차 운행속도

「열차운행선로 지장작업 업무세칙(한국철도공사 내규, 2018년 10월 6일 시행)」 제67조(장비 운전속도) ②항 3호에서 제동장치가 없는 장비열차 트롤리(10ton)를 연결하고 운전할 경우 40km/h 이하로 규정하고 있으며, 광주역 구내 출발시에는 30.4km/h로 운행하여 규정속도를 준수하였으나, 이 후 사고지점까지 62.8km/h~68.5km/h로 과속 운행하였으며, 사고지점의 속도를 확인한 결과 규정속도 40km/h 보다 28.5km/h를 초과한 약 68.5km/h로 운행하여 곡선 바깥쪽으로 원심력이 증가하면서 트롤리에 적재된 레일 등 궤도 재료가 한쪽으로 미끄러지면서 트롤리가 부상 후 탈선한 것으로 분석되었다.

2.2.2 레일의 적재방법 적정성

사고열차 트롤리에 적재되어 있던 레일(50kg N, 길이 12m, 무게 600kg, 저부 폭 12.7cm)은 트롤리 철제상판과 같은 재질의 가늘고 긴 궤도재료이며 바닥 접촉면적이 좁고 철제상판 표면과 마찰력이 작아 열차운행 중 미끄러질 우려가 크다.

그러나 12m 레일 2개를 트롤리 2대에 걸쳐 좌·우측에 적재한 후 미끄러지지 않도록 견고하게 결박하고 트롤리 상판 좌,우측에 수직핀 4개를 설치하여야 하나 나일론 재질의 밴드로만 결박하고 수직핀을 설치하지 않아 규정속도를 초과한 사고열차가 곡선구간을 운행 중 원심력의 증가로 레일, 침목 등 중량물이 곡선 바깥쪽으로 미끄러지면서 한쪽으로 쏠려 차륜이 부상할 수 있는 원인을 제공한 것으로 분석되었다.

2.2.3 트롤리의 레일운반 적합성

레일은 가늘고 긴 궤도재료의 일종으로 재료의 특성상 장대레일 등은 레일 운반전용 트롤리를 이용하여 운반하고 있으며, 이번 사고열차에 적재되어 있는 레일은 12m 길이로 트롤리 1대의 길이를 초과하는 레일을 운반하는 경우에는 레일운반 전용 트롤리를 이용하여야 하나, 레일운반 전용 트롤리가 아닌 철제 상판형 트롤리 2대(2번째, 3번째)에 걸쳐 적재하였으며, 철제 상판형 트롤리에 레일을 적재하고 곡선구간 운행시 원심력의 작용으로 곡선 바깥쪽으로 미끄러지면서 트롤리의 부상으로 탈선할 가능성이 크므로 레일 운반시에는 레일 운반용 트롤리를 이용해야 탈선사고를 예방할 것으로 판단된다.

2.2.4 각종 재료의 적재 및 결박방법 적정성

장비열차 트롤리는 레일, 침목, 부속품을 포함한 각종 궤도재료와 토목, 건축, 기타 자재 등을 운반하는 장비로 이번 사고는 장비열차 트롤리에 적재한 레일, 침목 등의 적재 및 결박방법이 적정치 않은 상태에서 과속으로 곡선구간을 운전하여 발생한 사고로 장비열차 트롤리에 적재하는 레일, 침목을 포

함한 각종 재료에 대한 적재 및 결박방법을 제시할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

2.2.5 차량 검수현황

사고 열차의 검수이력을 조사한 결과 한국철도공사 「보선장비관리기준 (2016.2.5.개정)」에 따라 적정하게 실시하였으며, 정비주기 초과 등의 문제는 발견되지 않았다.

2.3 선로유지보수 현황

한국철도시설공단 「선로 유지관리 지침」 제176조(궤도검측차 점검)에 따라 분기 1회 궤도검측차 점검을 시행하였고, 동 지침 제206조(일상 순회점검)에 따라 주 1회 순회점검을 시행하였으며, 궤도검측차 점검결과 궤도틀림 관리기준 이내로 사고현장의 선로상태가 탈선사고에 영향을 미치지 않은 것으로 분석되었다.

2.4 신호정보

동송정역 쪽 B3802T 구간에서 트롤리 2대가 탈선하여 정차할 때까지 신호와 진로는 모두 양호한 상태로 분석되었다.

3. 결론

3.1 조사결과

3.1.1 사고열차가 광주선 극락강역~동송정역 사이 열차 진행방향 우곡선 완 화곡선부 시점을 지나면서 남긴 콘크리트침목 궤간내 차륜 타격 흔적을 발견하여 이 지점을 최초의 탈선지점으로 확인하였다.

3.1.2 탈선된 열차가 콘크리트침목과 건널목 고무보판에 타격 흔적을 남기며 동송정역 방향 우산건널목을 통과하여 직선 선로구간에서 진행방향 선로 좌측으로 탈선한 상태로 멈추었다.

3.1.3 사고열차는 최초 탈선지점에서 동송정역 방향으로 200m를 지난 지점에서 트롤리에 적재되어 있는 레일 및 침목이 진행방향 좌측으로 미끄러지면서 쏠린 상태에서 정차하고, 이 과정에서 궤간내 콘크리트침목 일부에 차륜의 타격흔적을 남겼다.

3.1.4 전자연동장치 로그파일의 열차 점유시각을 거리/시간으로 환산한 결과 사고열차의 평균 주행속도는 약 68.5km/h로서 운전제한속도인 40km/h보다 28.5km/h를 초과 운행하여 곡선부에서 원심력의 증가로 탈선의 주요 원인을 제공하였다.

3.1.5 트롤리 상판 바닥에 가늘고 긴 레일을 트롤리 2대에 걸쳐 대칭으로 놓고 레일 위에 목침목을 적재하여 나일론 밴드로 결박하였으나, 수평이동 방지용 수직핀을 함께 설치하지 않아 곡선 선로구간 통과시 원심력의 영향을 받아 레일과 침목 등 중량물이 곡선 바깥쪽으로 미끄러지면서 탈선의 원인으로 작용하였다.

3.1.6 사고열차 트롤리 2대에 걸쳐 레일을 적재하고 곡선부 선로 통과시 원심력이 작용하여 곡선 바깥쪽으로 미끄러지면서 탈선하였으므로 트롤

리 1대의 길이를 초과하는 레일을 운반하는 경우에는 레일 운반용 트롤리를 이용해야 탈선을 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

3.1.7 이번 사고는 장비열차 트롤리에 적재한 레일, 침목 등의 적재 및 결박 방법이 적정치 않은 상태에서 과속으로 곡선구간을 운전하여 발생한 사고로 장비열차 트롤리에 적재하는 레일, 침목을 포함한 각종 재료에 대한 적재 및 결박방법에 대한 매뉴얼이 필요한 것으로 판단된다.

3.1.8 장비운전원은 장비열차 트롤리의 운전속도에 대한 이해가 부족한 것으로 확인되었으며, 안전관리자는 장비열차 운행 중 적재물의 쏠림과 낙하물이 없도록 결박조치를 견고히 하여야 하나, 결박조치가 미흡한 것으로 확인되어 장비운전원 및 안전관리자에 대한 교육을 강화해야 할 것으로 판단된다.

3.1.9 사고 열차의 검수이력을 조사한 결과 정비주기 초과 등의 문제는 발견되지 않았다.

3.2 사고원인

항공·철도사고조사위원회에서는 이번 장비열차 탈선사고의 주 원인은 ‘장비운전원이 한국철도공사 「열차운행선로 지장작업 업무세칙」에서 정한 장비열차의 제한속도 40km/h를 초과(약 28.5km/h)하여 운행한 것’으로 결정하였다.

또한 이번 사고의 기여요인은 ‘장비열차 트롤리에 적재물을 견고하게 결박하지 않은 것, 장비운전원이 장비열차의 운전제한속도 등 안전관련규정을 숙지하지 못한 것’으로 결정하였다.

4. 안전권고

항공·철도사고조사위원회는 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제26조에 따라 2019년 7월 9일 한국철도공사 광주선 동송정역~극락강역 사이에서 발생한 장비열차 탈선사고의 재발방지를 위하여 다음과 같이 안전권고 한다.

4.1 한국철도공사에 대하여

4.1.1 궤도공사 및 건설사업 관리용역 업체에 대하여 궤도공사 등 공사 시행 시 장비운전원과 안전관리자에 대하여 규정속도와 적재물 안전관리 관련규정을 준수할 수 있도록 교육을 철저히 시행하고 교육기록을 유지하는 등 관리(감독)를 강화할 것

4.1.2 장비열차 트롤리에 레일을 적재하는 경우 수평이동 방지 수직핀을 반드시 설치하고, 수직핀 설치를 위한 장치(홀 : hole)가 없는 트롤리는 수직핀을 설치할 수 있도록 개선할 것

4.1.3 장비열차 트롤리 1대의 길이를 초과하는 레일을 운반하는 경우에는 레일 운반용 트롤리를 활용하는 방안을 마련하여 시행할 것

4.1.4 장비열차 트롤리에 적재하는 다양한 재료에 대한 적재 및 결박방법 등을 매뉴얼로 정하여 재료 적재 작업자와 안전관리자(장비동승자)에 대한 교육을 시행할 것

이 보고서는 사고조사 과정에서 관계인들로부터 청취한 진술 및 개인정보 등이 포함되어 있어,

『항공·철도사고조사에 관한 법률』 제28조(정보의 공개금지) 및 같은 법 시행령 제8조(공개할 수 있는 정보의 범위)에 의하여 이 보고서(인쇄본)에 개인정보는 공개하지 않았으며,

국민여러분의 이해를 돕기 위해 전문 철도용어를 쉽게 풀어서 쓴 점을 양해하여 주시기 바랍니다.

자세한 사항은 항공·철도사고조사위원회로 문의하여 주시기 바랍니다.



항공·철도사고조사위원회

<http://www.araib.go.kr>

전화: 044-201-5427

E-mail: araib@korea.kr