국토교통부

보고서번호: ARAIB/R 2017-3

철 도 사 고 조 사 보 고 서

한국철도공사

충북선

내수역~오근장역 사이 상행선(조치원역 기점 26.699㎞ 지점)

제8304**호 열차**(철도장비, 모터카 + 유조트로리 + 모터카)

열차 탈선

2016**년** 3**월** 17**일**(**목**) 16**시** 40**분 경**

2017. 4. .

항공·철도사고조사위원회

이 조사보고서는 『항공·철도사고조사에 관한 법률』 제2조에 따라 사고조사가 이루어졌으며, 제25조에 따라 작성되었다.

같은 법률 제1조에서 『철도사고 조사는 독립적이고 공정한 조사를 통하여 사고 원인을 정확하게 규명함으로써 철도사고의 예방과 안전 확보에 이바지함』을 목적으로 하고 있다.

또한 제30조에 따라 『사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분절차 또는 행정쟁송절차와 분리·수행』되어야 하고,

제32조에서 『위원회에 진술증언·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 이 외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

차 례

제목 ····· 1

개요 ····· 2

1. 사실정보 ····· 3
1.1 사고의 경위 ····· 3
1.2 피해사항 ····· 4
1.3 인적정보 및 업무수행사항 ····· 5
1.4 현장정보 ····· 7
1.5 차량정보 ····· 12
1.6 사고열차의 운행정보기록 ····· 15
1.7 사고열차의 연결기 높이 측정 ····· 16
1.7 신호정보 ····· 17
1.8 기상정보 ····· 17

2. 분석 ····· 18
2.1 관계자 업무분석 ····· 18
2.2 선로유지보수 현황분석 ····· 20
2.3 사고열차 분석 ····· 21

3. 결론 ····· 27
3.1 조사결과 ····· 27
3.2 사고원인 ····· 29

4. 안전권고 ····· 30
4.1 한국철도공사에 대하여 ····· 30

한국철도공사 충북선 내수역~오근장역 사이 철도장비 탈선사고

○ 운영기관 : 한국철도공사

○ 운행노선 : 충북선

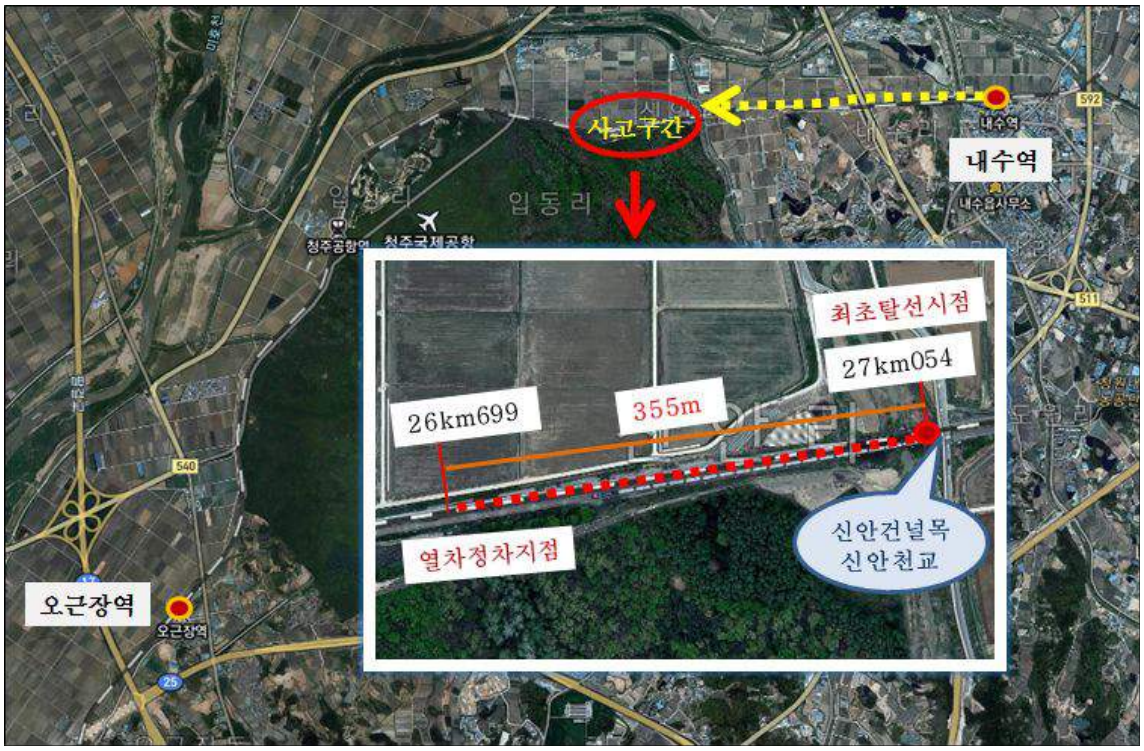
○ 발생장소 : 충북선 내수역~오근장역 사이 상행선(조치원역 기점 26.699㎞ 지점)

○ 사고열차: 제8304호 열차(철도장비)

[모터카(MSB0104)+유조트로리(FLT0101)+모터카(MSB0102)]

○ 사고유형: 열차탈선

○ 발생일시: 2016년 3월 17일(목) 16시 40분경



개요(Synopsis)

2016년 3월 17일 16시 10분경 제8304호 열차(음성역→천안역, 철도장비 3량으로 조성)가 충북선 음성역을 출발하여 16시 38분경에 내수역을 통과 후 내수역~오근장역 사이를 운행 중 16시 40분경 조치원기점 26.699㎞지점에서 제8304호 열차 3개 차량 중 중간에 위치한 차량(유조트로리)의 앞·뒤 차륜이 열차 진행방향 우측으로 탈선되었다.

[그림1] 전·후 차륜이 탈선된 사고차량

금번 탈선사고로 인명피해는 발생하지 않았으나, 차륜찰상, 제동변 변형 및 침목 고정장치가 파손되었고 3개 열차가 15~19분 지연 운행되었다.

항공·철도사고조사위원회는 『항공·철도사고조사에 관한 법률』 제2조 및 제18조에 따라 사고조사를 실시하였으며, 사고 원인은 '견인력 불균형에 의해 차륜이 부상(浮上)할 수 있도록 열차가 조성된 점, 선로유지보수가 필요한 고저틀림이 있는 점, 제한속도를 초과하여 운행한 점 등이 복합적으로 작용하여 사고차량이 부상(浮上) 후 탈선된 것'으로 결정하였다.

기여요인으로 관통제동 취급이 가능한 열차를 일부 차량에서 제동관 호스를 연결하지 않고 운행하여 사고차량에 압축력과 인장력 발생으로 차량이 부상할 수 있는 조건을 제공한 것으로 결정하였다.

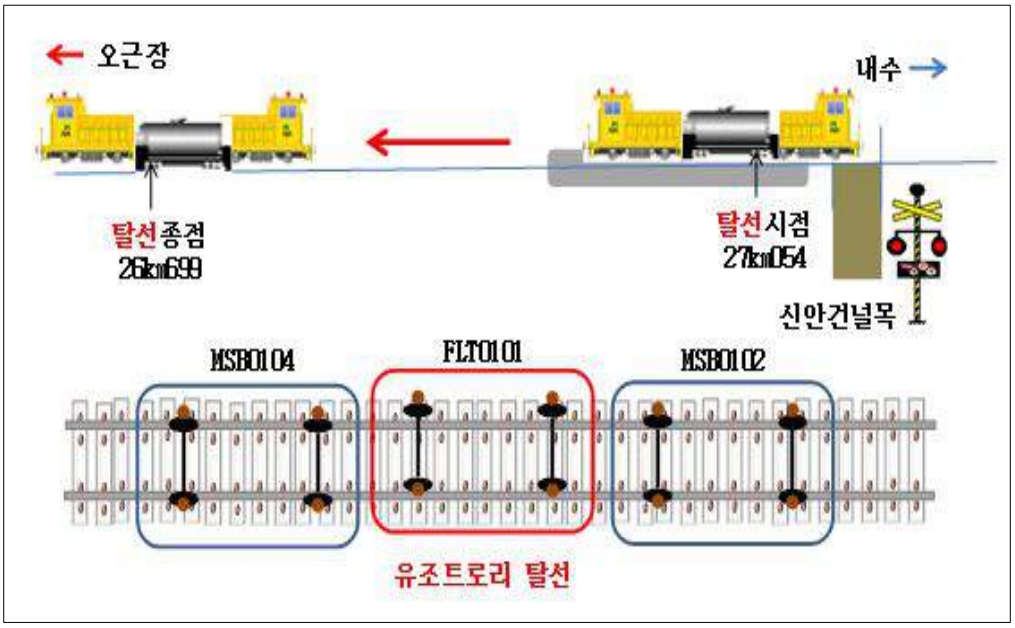
따라서 한국철도공사에 7건의 안전권고를 발행한다.

1. 사실정보

1.1 사고의 경위

2016년 3월 17일 16시 10분경 제8304호 열차(이하 "사고열차"라 한다)가 충북선 음성역을 출발하여 16시 38분경 내수역을 통과한 후, 내수역~오근장역 사이의 신안건널목을 약 83㎞/h 속도로 운행 하던 중,

사고열차의 맨 앞 차량(이하 "견인모터카1"이라 한다)의 운전원은 사고열차의 심한 진동과 후부에서 먼지가 날리는 것을 목격하고 동시에 사고열차 맨 뒤 차량(이하 "견인모터카2"라 한다)의 운전원이 전부 차량하부에서 먼지가 발생하고 있는 사실을 무전기로 통보하여 비상제동을 취급하였고, 16시 40분경에 내수역~오근장역 사이인 조치원기점 26.699㎞지점에 정차하였으며, 사고열차 중간에 위치한 차량(유조트로리[1], FLT0101호, 이하 "사고차량"이라 한다)의 앞·뒤 차륜이 열차 진행방향 우측으로 탈선되어 있는 것을 확인하였다.



[그림2] 탈선된 열차의 현장약도

1) 유조트로리 : 선로 유지보수용 장비에 공급할 연료를 운반하기 위해 제작된 오일탱크

1.2. 피해사항

1.2.1 인명피해

사고열차는 선로유지보수에 사용하는 철도장비로서 인명피해는 발생하지 않았다.

1.2.2 물적피해

이번 사고로 인한 물적 피해는 차륜찰상 4개, 제동량 변형, 코일스프링 크립[2] 100개, 교량침목 고정 장치 25개가 파손되었으며 피해액은 약 150만 원으로 산정되었다.

1.2.3 기타피해

복선구간의 상행 선로에서 사고가 발생하여 1개 선로(하행)를 이용하여 열차를 운행시키면서 3개 무궁화열차가 약 15~19분 지연되었다.

1.3 인적정보 및 업무수행사항

1.3.1 장비운전원A

사고열차 견인모터카1의 운전원 이○○(37세, 남, 이하 "장비운전원A"라 한다)는 2004년 1월 17일 한국철도공사(구 철도청) 천안시설관리사무소 시설관리원으로 임용되었고, 2015년 10월 5일 시설장비사무소로 발령을 받아 사고 당일까지 철도장비 운전업무에 종사하고 있었다.

장비운전원A는 『철도안전법』(법률 제13436호, 2015년 7월 24일 개정, 이하

2) 코일 스프링클립 : 침목과 레일의 위치를 유지시켜주는 체결장치의 한 종류이며 막대기 모양의 강철을 구부려 만들어 탄성력을 갖도록 함

"철도안전법"이라 한다) 제10조에 의한 철도차량운전면허(철도장비)를 소지하고 있었다.

장비운전원A의 진술에 따르면, 2016년 3월 17일 15시경 충북선 음성역으로 출근하여 1시간 동안 장비팀장으로부터 안전교육을 받고 작업책임자로 지정된 선임시설관리장과 함께 사고열차의 견인모터카1에 탑승하였다.

사고당일 사고열차는 음성역을 14시 26분에 발차하여 16시 38분까지 천안역에 도착하는 것으로 계획되어 있었으나 계획보다 늦게 음성역을 16시 10분 출발하였고, 사고지점 부근에서 견인모터카1의 심한 진동과 사고열차의 후부에서 먼지와 자갈이 날리고 있는 것을 목격하고 동시에 견인모터카2의 운전원으로 부터 '정차하라'는 무전통보를 받았다.

정차통보를 받은 장비운전원A는 비상제동을 취급하여 16시 40분경 조치원역 기점 26.699㎞지점에 정차하여 현장을 확인한 결과, 견인모터카1 후방에 연결된 사고차량 앞·뒤 대차의 차륜이 열차 진행방향 우측으로 탈선되어 있었다.

1.3.2 작업책임자

작업책임자로 지정된 선임시설관리장 정○○(45세, 남, 이하 "작업책임자"라 한다)는 1995년 7월 1일 한국철도공사(구 철도청) 시설관리원으로 채용되었고 2005년 4월 21일 대전지역본부 천안시설사무소에 선임시설관리장으로 임명되었으며, 2014년 6월 16일 시설장비사무소로 발령받아 사고당일까지 근무하고 있었다.

작업책임자의 역할은 『보선장비 안전작업 업무 매뉴얼』(철도공사, 2015.09.22., 재개정)에 명시되어 있으며 작업원의 복무관리, 장비의 조성 및 장비 이동방법 등에 대한 계획 수립, 운행 중에는 관제 센터장과 운전협의 등이며 장비 운행에 관련된 안전 전반에 대한 책임이 주어지고 『열차운행선로

지장작업 업무세칙』(한국철도공사, 2014년 6월 13일 제정, 이하 "열차운행 선로지장작업 업무세칙"이라 한다) 제76조(공사열차 공기제동시험) 및 제77조(공사열차 조성)에 따라 열차조성 및 공기제동시험을 작업책임자가 하도록 되어 있다.

작업책임자의 진술에 따르면, 2016년 3월 17일 15시경 음성역으로 출근하여 사고열차의 작업책임자로 지정된 것을 확인하였고, 장비팀장으로 부터 안전교육을 받고 장비운전원A와 함께 사고열차에 대한 제동시험, 오일 체크 등 기본시험을 하고 충북선 음성역과 운전협의를 거쳐 16시 10분에 음성역을 출발하였다.

사고열차가 내수역~오근장역사이 신안긴널목 부근을 통과하여 운행 중, 사고열차의 심한 진동과 후부에서 먼지와 자갈이 날리고 있었으며 동시에 견인모터카2의 운전원으로 부터 '정차하라'는 무전통보를 받고 장비운전원A에게 정차를 지시하였다.

비상정차 후 운전실을 내려와 현장을 확인하니 견인 모터카 후방에 연결된 사고차량 앞·뒤 대차의 차륜이 열차 운행방향 우측으로 탈선된 것을 확인하고 오근장역 로컬관제원에게 탈선사실을 통보하였다.

1.3.3 장비운전원B

사고열차의 탈선상황을 최초로 목격한 견인모터카2의 운전원 김000(이하 "장비운전원B"라 한다)는 1999년 1월 18일 한국철도공사(구 철도청) 천안시설사무소 시설관리원으로 채용되었으며, 2014년 6월 16일 시설장비사무소 시설관리원으로 발령을 받아 사고 당일까지 철도장비 운전업무에 종사하고 있었다.

장비운전원B는『철도안전법』제10조에 의한 철도차량운전면허(철도장비)를 소지하고 있었다.

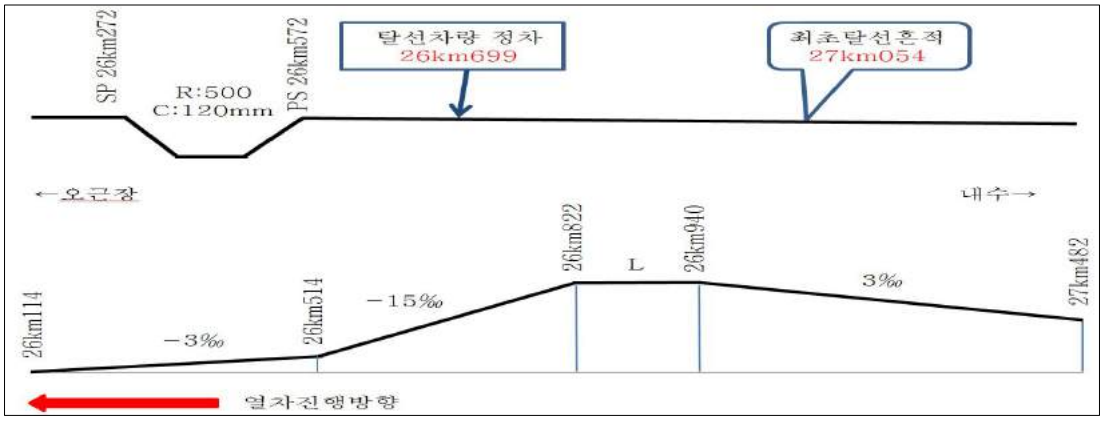
장비운전원B의 진술에 의하면, 견인모터카2는 견인모터카1의 견인력이 부족한 경우 모터카의 RPM을 높여 밀어주는 역할을 하고 있었으며 사고열차에 대하여 음성역 출발 시에만 밀었고, 사고차량과 관통되어 있지 않기 때문에 제동을 잡을 경우 장비운전원A와 무전을 해서 제동을 함께 잡는다고 하였다.

사고지점 운행 중 먼지발생을 목격하고 무전기로 '정차하라'고 장비운전원A에게 통보하였으며 정차 후 현장 확인한 결과, 사고차량 앞·뒤 대차의 차륜이 열차 진행방향 우측으로 탈선되어 있었다.

1.4 현장정보

1.4.1 사고현장의 선로

사고현장인 충북선은 1921년 11월에 조치원역~청주역사이 22.7㎞ 구간이 개통되었고, 이후 1958년 5월에 조치원역~봉양역사이가 개통되면서 현재의 충북선이 완성되었다. 수송능력 증대를 위해 복선화를 추진하여 1980년 10월 17일에 완료하였고 2005년 3월에 모든 구간이 전철화가 되었다.



[그림3] 탈선현장의 선형약도

사고현장은 내수역~오근장역 사이로 최초 탈선지점(조치원기점 27.054㎞)으로부터 사고열차가 정차한 지점(조치원기점 26.699㎞)은 직선이고 조치원기점 27.482㎞에서 조치원기점 26.940㎞까지는 3‰의 상 구배[3], 조치원기점

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

26.822㎞까지는 Level, 조치원기점 26.514㎞까지는 15‰의 하 구배였다.

상선에서 장대레일은 최초 탈선이 일어난 개소 이전인 조치원기점 27.123~27.673㎞부설되어 있었고 최초 탈선지점을 포함하여 조치원기점 25.783~27.123㎞ 구간에는 정척레일[4]이 부설되어 있었다. 궤도구조는 신안건널목 전까지 자갈궤도(콘크리트침목, 50kg N레일 및 팬드롤 체결장치), 신안건널목은 분기침목(목침목)으로 만든 보판 부설, 이어서 약 2m 정도의 자갈궤도를 지나 바로 교량침목(목침목)으로 부설된 신안천교, 그 다음은 자갈궤도로 부설되어 있었다.

최초 탈선개소인 신안천교와 신안건널목

직선에 상 구배 3‰인 최초 탈선개소

[그림4] 사고발생구간의 지리적 현황

1.4.2 사고구간 선로유지보수 현황

『선로유지관리지침』(한국철도시설공단, 2015년 3월 19일 개정, 이하 "선로유지관리지침"이라 한다) 제176조에 따라 궤도점검은 궤도검측차를 이용하여 매 분기마다 측정하도록 되어 있으며, 사고구간인 내수역~오근장역 사이에 대한 궤도검측차 운행은 2015년 12월 4일에 시행하였고, 당시 측정한 결과를 보면 [그림5]와 같이 고저틀림이 신안건널목(조치원역 기점 27.070~27.076㎞) 종점부근에서 26.84㎜ 측정된 것으로 조사되었으며 열차가 탈선 후 주행한 구간인 26.699~26.900㎞는 선로상태가 양호하여 보수가 필요하지 않는 선로였다.

4) 정척레일 : 레일의 표준길이를 말하며 우리나라의 경우 25m임

LOCATION	SPEED	GAGE	PRL10M	PRR10M	ALL10M	ALR10M	SUP	TW
27,62.50	81.76	8.67	12.23	6.95	-3.87	-5.55	6.33	
27,62.25	81.76	8.87	15.74	9.02	-4.53	-6.29	7.58	
27,62.00	81.76	8.87	18.63	10.94	-5.16	-6.95	8.55	
27,61.75	81.76	8.52	21.56	12.7	-5.66	-7.58	9.41	
27,61.50	81.76	8.09	24.02	14.18	-6.09	-8.05	10.2	
27,61.25	81.76	7.23	25.82	15.39	-6.41	-8.44	10.59	
27,61.00	81.76	6.6	26.84	16.13	-6.64	-8.67	10.74	
27,60.75	81.76	6.29	26.84	16.37	-6.76	-8.79	10.47	
27,60.50	81.76	6.25	26.33	16.13	-6.72	-8.75	10.04	
27,60.25	81.76	6.64	24.92	15.43	-6.56	-8.59	9.26	
27,60.00	81.76	7.15	23.48	14.34	-6.21	-8.28	8.79	
27,59.75	81.76	7.23	21.64	12.85	-5.78	-7.89	8.44	
27,59.50	81.76	7.42	19.41	10.9	-5.35	-7.5	8.16	
27,59.25	81.76	7.93	16.25	8.63	-4.96	-7.07	7.34	
27,59.00	81.76	7.7	12.5	5.98	-4.49	-6.6	6.41	
27,58.75	81.76	7.89	8.98	3.12	-3.98	-5.98	5.94	
27,58.50	81.76	8.24	5.47	0.2	-3.4	-5.2	5.59	
27,58.25	81.76	8.52	1.87	-2.66	-2.73	-4.41	5.23	
27,58.00	81.76	8.63	-1.87	-5.47	-2.07	-3.59	4.61	
27,57.75	81.76	8.28	-5.78	-8.12	-1.41	-2.77	3.79	
27,57.50	81.76	7.77	-9.22	-10.55	-0.7	-1.95	3.24	
27,57.25	81.76	7.62	-12.93	-12.77	0	-1.09	2.62	
27,57.00	81.76	7.27	-16.02	-14.8	0.62	-0.23	2.3	
27,56.75	81.76	6.64	-19.18	-16.56	1.21	0.51	1.68	
27,56.50	81.76	6.29	-21.72	-17.93	1.8	1.25	1.13	
27,56.25	81.76	6.13	-23.59	-18.95	2.27	1.91	0.66	
27,56.00	81.76	5.94	-24.73	-19.61	2.66	2.5	0.35	
27,55.75	81.76	5.94	-25.16	-19.84	2.97	3.01	0.16	
27,55.50	81.76	5.98	-25.31	-19.8	3.16	3.48	-0.08	
27,55.25	81.76	5.98	-24.96	-19.45	3.28	3.87	-0.27	
27,55.00	81.76	6.05	-24.37	-18.79	3.28	4.14	-0.43	
27,54.75	81.76	6.25	-23.48	-17.85	3.2	4.3	-0.62	

신안건널목

←열차진행방향

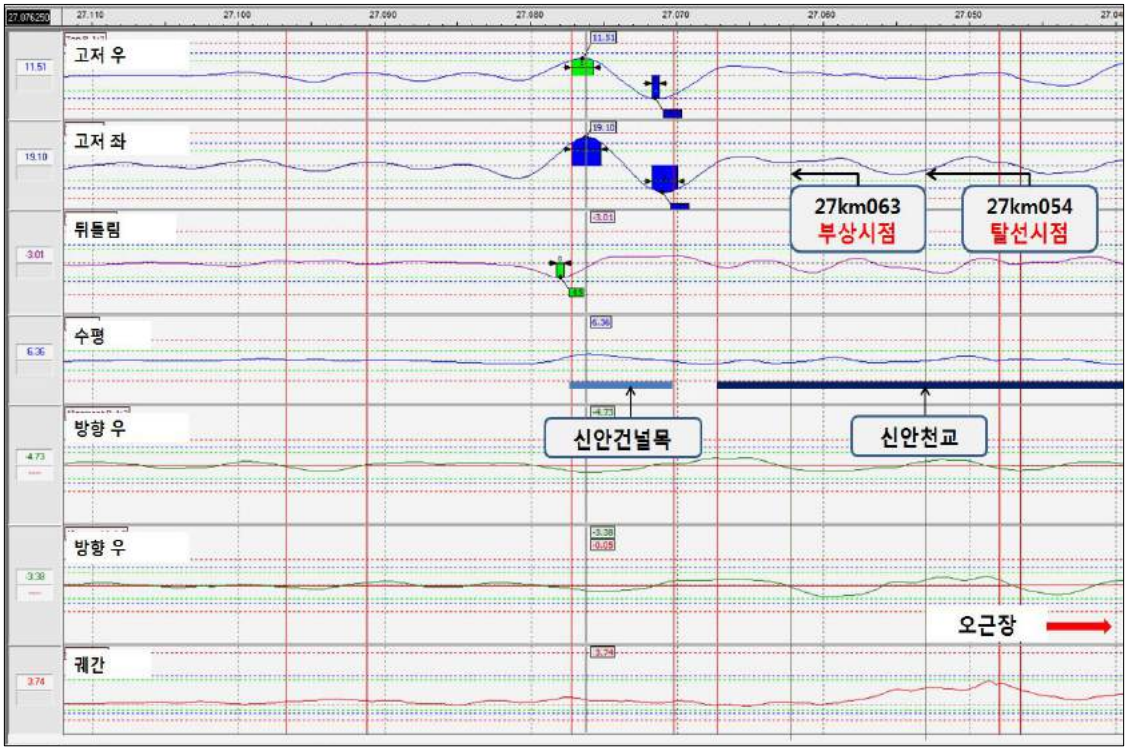
[그림5] 궤도검측차로 검측(2015.12.04.)한 결과

궤도검측차 점검결과에 따른 고저틀림 개소에 대한 보수는 [표1]과 같이 2회 시행한 것으로 한국철도공사가 제출한 전사적 자원관리시스템(kovis)의 기록을 통해 확인하였다.

작업일	위 치	작업종류	작업인원	비고
2016.02.12	(상하)27.000~28.000㎞	면맞춤(30m), 줄맞춤(20m)	선임장외 5명	
2016.02.23	(상하)26.900~27.100㎞	면맞춤(20m), 줄맞춤(10m)	선임장외 4명	

[표1] 궤도검측 결과 지적개소 보수현황

사고 발생 다음 날인 2016년 3월 18일에 선형검측기로 궤도틀림을 측정한 결과, [그림6]과 같이 고저틀림은 신안건널목을 중심으로 전후(27.076~27.071km)가 침하된 상태로 19.1㎜의 고저틀림이 측정되었으며 최초 타고 오른 흔적은 27.063km이고 탈선시점은 27.054km이었으며 모두 신안천교에서 발생되었다.



[그림6] 사고발생구간 부근의 지리적 현황

또한, 최초 탈선개소 부근에 대한 레일마모를 측정한 결과, [표2]와 같이 직 마모가 1㎜이하였고 편 마모는 거의 발생되지 않고 있었다.

구 분	좌측레일		우측레일		비 고
	직마모 (12㎜)	편마모 (13㎜)	직마모 (12㎜)	편마모 (13㎜)	
27km068	1	0	1	0	
27km067	1	0	1	0	
27km066	1	0	1	0	
27km065	1	0	1	0	
27km064	1	0	1	0	
27km063	**1**	**0**	**1**	**0**	최초 차륜부상개소
27km062	1	0	1	0	
27km061	1	0	1	0	
27km060	1	0	1	0	
27km059	1	0	1	0	
27km058	1	0	1	0	

[표2] 사고발생구간 부근의 레일마모 현황

레일점검은 『선로유지관리지침』 제186조에 따라 레일탐상차와 레일탐상기로 초음파 탐상을 연 1회 시행토록 규정하고 있으며 충북선 상선 내수역~오근장

역 구간에 대하여 레일탐상차는 2015년 3월 27일, 레일탐상기로 2015년 10월 14일에 시행하였으며 결함은 발견되지 않았다.

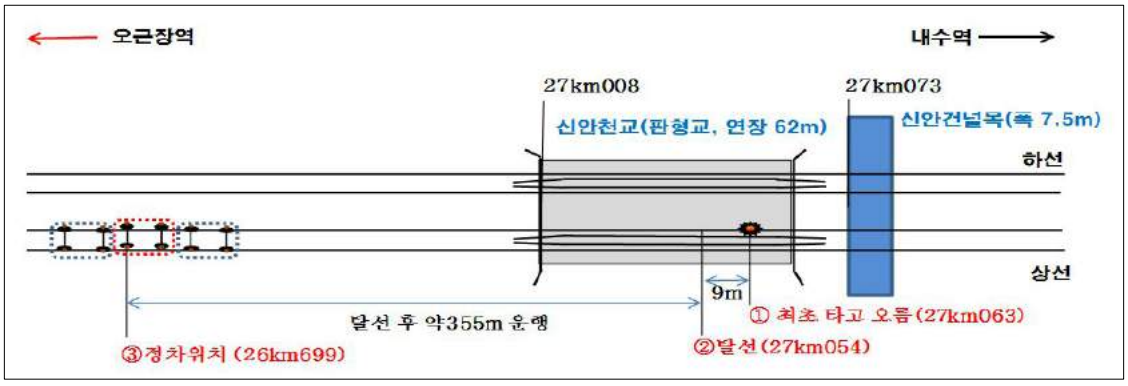
선로순회는 『선로유지관리지침』 제206조에 따라 주 1회 시행하도록 되어 있으며, 이를 준수(2016.03.17, 3.07, 3.04, 2.26, 2.19, 2.15)하고 있었다.

1.4.3 사고열차의 탈선흔적

사고열차는 내수역~오근장역 사이에 있는 신안건널목(조치원역 기점 27.070~27.076㎞)을 지나 신안천교(조치원기점 27.008~27.068㎞)로 진입하면서 조치원역 기점 27.063㎞지점에서 열차 진행방향 우측레일 두부 측면으로부터 상면으로 타고 오른 흔적을 발견하였다.

또한 타고 오른 흔적으로부터 9m 이동한 지점인 조치원역 기점 27.054㎞에서 선로 우측의 교량침목 고정용 베이스플레이트에 연속으로 타격받은 흔적을 발견하였으며 이 지점을 최초의 탈선지점으로 확인하였다.

탈선된 차량은 최초 탈선지점으로부터 355m를 오근장역 방향으로 이동 후 조치원역 기점 26.699㎞지점에서 정차하였으며, 이 과정에서 침목에 차륜의 타격흔적을 남겼다.



타고 오른 흔적(27.064km)

최초 탈선시점(27.054km)

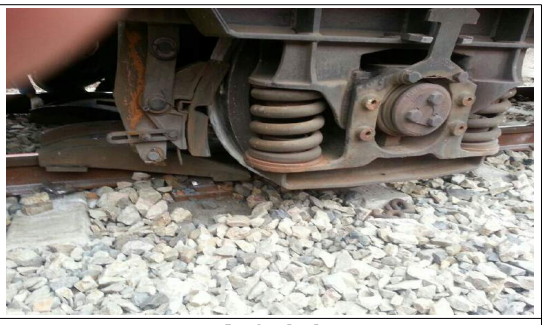
탈선차량에 의한 침목 파손

[그림7] 사고열차의 탈선흔적

1.4.4 사고열차의 탈선상태

사고열차의 탈선상태는 견인모터카와 맨 뒤 모터카 사이에 있던 사고차량의 앞·뒤 대차(1축)가 열차 진행방향 우측으로 궤도를 이탈한 상태였다.

사고차량 전·후 1축 대차 탈선



탈선대차

[그림8] 사고열차의 탈선상태

1.5 차량정보

1.5.1 사고열차의 제원 및 조성

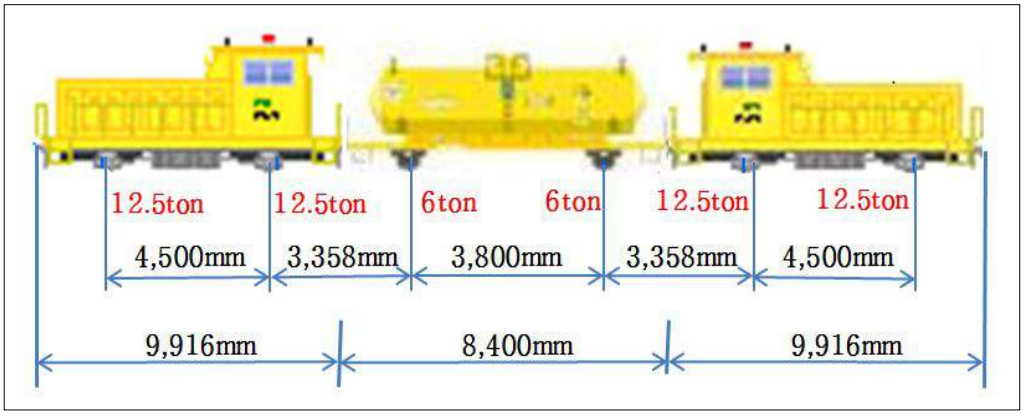
사고열차는 [표3] 및 [그림9]와 같이 모터카(MSB0104)+유조트로리(FLT0101)+모터카(MSB0102)로 조성되어 있고 제동장치는 k2[5], 1축으로 된 대차, 1차 및 2차 스프링 구별 없이 하나의 스프링이 장착되어 있었다.

또한 제한속도는 모터카인 경우 80㎞/h이며, 중간에 배치된 유조트로리는 70㎞/h이고 모터카가 견인하여 운행할 때에는 70㎞/h가 제한속도이므로 사고열차의 제한속도는 70㎞/h였다.

구분	모터카	유조트로리	모터카	비고
장비번호	MSB0102	FLT0101	MSB0104	
엔진형식	현대D6CA	-	현대D6CA	
취득년월일	2001.12.18	2001.12.07	2001.12.18	
내용연수	25년	20년	25년	
장비제한속도	80㎞/h	70㎞/h	80㎞/h	
장비중량	25ton	22ton(영차), 12ton(공차)	25ton	
전장주행(㎜)	8,500	7,200	8,500	
축간거리(㎜)	4,500	3,800	4,500	
차륜직경(㎜)	860	860	860	
상동변	k2	k2	k2	
대차형식	1축 대차	1축 대차	1축 대차	

[표3] 궤도장비의 주요 제원

축중은 견인모터카인 경우 12.5ton이었고 중간에 배치된 유조트로리는 공차인 경우 6ton이었다.



[그림9] 사고열차의 축중과 축간 거리

5) K2(금속 슬라이딩식 삼동밸브) : 균형피스톤, 활변, 도합변으로 구성되며 균형피스톤 양면에 받는 공기 압력차에 의해 움직인다.

1.5.2 탈선 후의 장비 상태

[그림10]과 같이 탈선으로 인하여 발생된 것으로 보이는 사고차량의 두 번째 차축 제동량(반력 빔)이 변형되어 있었고 제동량 밑면에 선로의 구성품과의 접촉에 의한 것으로 보이는 흔적이 발견되었다.

사고차량 두 번째 차축의 제동량(반력빔) 변형 상태

제동량 밑면 접촉 흔적

[그림10] 사고차량의 상태

1.5.3 사고차량의 검수현황

한국철도공사는 사고차량을 2001년 12월 7일에 도입하여 사고 발생 일인 2016년 3월 17일까지 약 14년 3개월 운행하였다. 철도장비의 검수는 『보선장비 관리기준』(한국철도공사 내규, 2013년 6월 19일 개정, 이하 "보선장비 관리기준"이라 한다) 제29조 별표 장비의 검수종별 검수 기준표 2. 대상장비(FLT)[6]에 의거 검수를 시행하여야 하며 사고발생 당시까지 [표4] 및 [표5]와 같이 검수종별 검수를 시행한 것으로 확인되었다.

구분	D (일반검수)	3M (3개월검수)	6M (6개월 검수)	Y검수 (1년 검수)	2Y (2년 검수)
일자 소속	2016.3.17 대전충남 장비사업소	2015.5.21. 대전충남 장비사업소	2015.11.23 대전충남 장비사업소	2014.01.14 대전충남 장비사업소	2016.01.22 대전충남 장비사업소

[표4] 사고차량의 검수주기별 검수시행소속

6) 대상장비 : WLT(살수차), FLT(유조트로리), SCT(소형 침식차)

구 분	MSB0104	FLT0101	MSB0102	비고
일상검수	운행 전 시행	운행 전 시행	운행 전 시행	상위검수 시 하위검수 포함하여 검수를 시행
월상검수	2015.05.20. 2015.11.23.	해당 없음	2015.04.22. 2015.10.07.	
3M	2015.08.10. 2016.02.24.	2015.05.21	2015.07.24.	
6M	2015.02.03.	2015.11.23.	2015.01.05.	
1Y	2014.04.11~06.11. 2010.10.08.~11.02.	2014.01.14.~01.14.	2014.03.03.~04.10.	
2Y	2012.07.11.~10.25.	2016.01.22.~01.25. 2009.06.08.~08.25.	2012.08.07.~10.25. 2009.06.08.~08.25.	
T1(임시)	2011.11.10.~12.01. 2009.09.03.~09.22. 2011.12.07.~12.13.	2014.08.08..	2007.06.04.~10.08.	

[표5] 사고열차의 차량별 검수내역

검수종류	약 호	검 수 기 준
일 상 검 수	D	매작업 전후 또는 장비이동 전후 사용장(장비 취급자) 시행
M 검수	M	3개월 운용 하였을 때 사용장 시행
3M 검수	3M	6개월 운용 하였을 때 보수장과 사용장 합동시행
6M 검수	6M	12개월 운용 하였을 때 보수장과 사용장 합동시행
Y 검수	Y	24개월 운용 하였을 때 보수장과 사용장 합동시행
2Y 검수	2Y	48개월 운용 하였을 때 보수장과 사용장 합동시행
임 시 검 수	T1	소수선이 필요하다고 인정될 때 보수장 또는 사용장 시행
임 시 검 수	T2	대수선이 필요하다고 인정될 때 보수장 시행
특 종 검 수	R1	소수선이 필요하다고 인정될 때 보수장 또는 사용장 시행
특 종 검 수	R2	대수선이 필요하다고 인정될 때 보수장 시행
재입고검수	T3	중정비 출고 후 30일내에 입고수선이 필요할 경우 보수장 시행

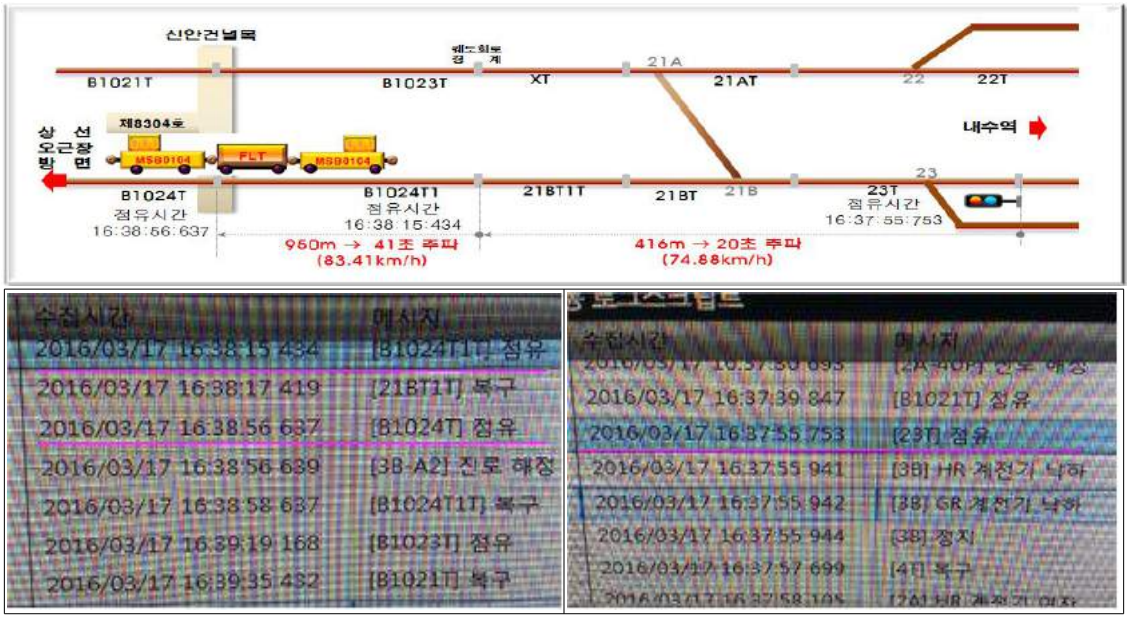
1.6 사고열차의 열차운행정보기록

사고열차의 견인모터카1에는 열차운행기록장치가 설치되어 있지 않았으며 견인모터카2에는 [그림11]과 같이 열차운행기록장치가 설치되어 있었으나 전원을 차단한 채 운행하고 있었다.

정면	뒷면

[그림11] 맨 뒤 모터카에 설치된 운행정보기록장치

따라서 열차운행정보기록장치에 의한 운행정보 확인이 불가능하여 사고당시의 운전속도는 [그림12]와 같이 전자연동장치의 로그파일을 분석한 결과, 탈선지점 바로 직전 폐색구간의 평균운전속도는 사고열차의 제한속도인 70㎞/h를 초과한 83㎞/h로 산출되었다.



[그림12] 전기연동장치구분 및 로그파일

구 간	거리(m)	운행시간(초)	평균속도(㎞/h)
도안 → 증평	6,204	295	75.7
증평 → 내수	7,856	364	77.7
내수 → 오근장 A구간(21BT1T~B1024T1)	416	20	76.1
내수 → 오근장 B구간(B1024T1~B1024T)	950	41	**83.0**
운행속도 계산식	V-S(m)/T(sec)×3.6		

[표6] 로그파일 분석결과

1.7 사고열차의 연결기 높이 측정

사고열차에서 차량 간의 연결기 높이를 측정한 결과, [표7]과 같이 레일 답면[7]으로 부터 연결기 중심까지의 높이차는 60~80㎜로 측정되었다.

위치	측정값(높이차)
견인모터카1 후위-사고차량 전위(좌)	65㎜
견인모터카1 후위-사고차량 전위(우)	52㎜
사고차량 후위-견인모터간2 전위(좌)	80㎜
사고차량 후위-견인모터간2 전위(우)	75㎜

[표7] 연결기 높이 측정값(높이차)

[그림13] 연결기의 높이차 측정 진경

7) 답면 : 차량이 레일을 따라 이동할 때 차륜과 레일이 접촉하는 레일의 상면

1.8 신호정보

전자연동장치의 로그파일을 보면 [그림14]와 같이 내수역~오근장 A구간(21BT1T~B1024T1)은 정상적으로 통과했고 B구간(B1024T1T~B1024T)인 신안긴널목 통과 직 후 신안천교에서 탈선한 것을 알 수 있었다.

[그림14] 전기연동장치 상의 열차탈선(신안긴널목 통과 직후 신안천교에서 탈선)

1.9 기상정보

2016년 3월 17일 청주지방의 날씨는 맑았고 시정은 좋았으며 당시의 온도는 17℃이었다.

2. 분석

2.1 관계자 업무분석

2.1.1 장비운전원A와 작업책임자의 업무분석

장비운전원A와 작업책임자는 장비팀장으로부터 안전교육을 받았으며 음주나 허가되지 않은 약품을 복용하지 않았다고 진술한 것을 고려할 때 운전업무에 문제점이 없는 것으로 판단되었다.

작업책임자는 『운전취급 규정』(한국철도공사 사규, 2015년 10월 21일 개정, 이하 "운전취급 규정"이라 한다) 제12조 및 『열차운행선로지장작업 업무세칙』 제69조제3항[8]에 따라 열차 편성에 대하여 상호연결하고 제동시험 시행 후 운행하여야 하나 사고차량과 견인모터카2 사이는 제동관 호스를 연결하지 않았으며, 따라서 제동시험도 하지 않은 것으로 판단된다.

2.1.2 장비운전원B의 업무분석

장비운전원B는 견인모터카2와 사고차량 간 관통제동 취급이 되지 않도록 조성된 상태에서 장비운전원A와 무전기에 의한 의사소통으로 견인모터카의 출력을 높이거나 제동을 취급하고 있었으며 이러한 운전취급은 중간에 배치된 사고차량에 압축력과 인장력이 발생되고 특히 압축력이 발생되는 경우 부상(浮上)할 수 있는 조건으로 작용하였을 것으로 판단된다.

장비운전원B는 열차운행정보기록장치의 전원을 차단한 사유와 교육사항에 대한 진술을 거부하였으며 이는 장비운전원이 인지하여야 하고 시행하여야 하는 사항을 지키지 않았기 때문인 것으로 판단되며, 열차운행정보기록장치에

8) 제69조(모터카의 적재 및 견인중량) : ② 자동연결기와 공기관통제동기를 갖춘 모터카는 침식차(비상차) 또는 화차를 연결하고 운전할 수 있으며 이 때 최대 견인량수는 다음 표와 같다.
③ 제②항에 의하여 다른 차량을 연결하고 운전할 때에는 『운전취급규정』에 정한 바와 같이 상호연결하고 제동시험 등 운전 상 이상 없음을 확인한 후 운전한다.

대한 운용절차를 마련할 필요가 있다고 판단된다.

2.1.3 장비관련 업무 종사자에 대한 교육 실태 분석

한국철도공사는 2011년부터 기술분야 3급 이하 직원을 대상으로 기술교육 이수제를 시행하고 있으며, 철도장비 운전원은 실무과정, 전문과정, 심화과정을 이수토록 되어 있었고, 직위별 최초 교육과정은 직원인 경우 실무과정, 선임장은 전문과정, 동용팀장은 심화과정으로 구분되며 모든 과정을 이수하여야 하는 기간은 5년 이내였다.

특히 [표8]의 '시설장비 운영기술실무'는 장비관련 업무 종사자 모두가 매년 이수해야하는 과정으로 편성되어 있으며 장비 시스템, 운전취급 규정, ATS 지상설비, 안전관리 등의 과목으로 편성되어 있다. 교육시간 총 80시간 중 강의식은 66시간이 편성되어 있는 반면, 참여식은 14시간으로 적게 편성되어 있어 실제 현장에서 필요한 점검 및 문제 발생 시 조치 능력향상은 기대하기 어려울 것으로 판단되었다.

장비운전원의 진술을 보면 차량의 기능, 안전시스템, 열차 조성, 운전취급 규정 등에 대한 이해가 부족한 상태인 점으로 미루어 볼 때, 장비관련 업무 종사자에 대한 실질적인 교육이 이루어지지 않고 있는 것으로 판단하였다.

따라서 '시설장비 운영기술실무'과정의 편성이 대부분 강의식으로 되어 있는 것을 참여식의 시간 비율을 확대시키고 실제 현장에서 발생될 수 있는 상황을 고려한 대처능력을 확인할 수 있도록 평가항목에 포함시켜 실제 상황에 대처할 수 있는 능력을 향상시킬 필요가 있다.

과 정 명	시설장비 운영기술 실무

근 거	기술교육이수제 추진계획(인사처-945, 2012.03.21.)			분 류	직무전문-시설-시설장비
교육대상	직 영	선임시설관리장	근무형태 일근/변형근로	과정유형	혼합(사이버 학습+집합)
사전학습	종 류	사이버		교육주관	본원(기술)
	내 용	사이버 철도장비 내연기관 일반			
	비 고	▾ 사이버이수 : 진도율80%, 60점이상 ▾ 사이버학습 : 진도율80%이상		학 점	2 점

학습목표	·철도장비의 구조와 기능을 이해하여 업무에 활용 할 수 있다. ·철도장비 시스템 이해로 유지보수 능력을 향상하여 실무에 적용 할 수 있다						
교육기간	(10)일 / (80) 시간	교육인원	기당인원	24~49	총 인원	295	
교육일정	·1-A기 : 01.04-01.15 ·2-B기 : 01.04-01.15 ·3-A기 : 01.11-01.22 ·4-B기 : 01.11-01.22 ·5-A기 : 01.18-01.29 ·6-B기 : 01.18-01.29 ·7-A기 : 01.25-02.05 ·8-B기 : 01.25-02.05	학습내용	구 분	과 목 명	강의식 (h)	참여식 (h)	계 (h)
			공통과목	· 반부패·청렴	2		2
				· 경영현안 및 양성평등	2		2
				· 건전노사(노측)	2		2
				· 가치경영	1		1
				· 철도안전체험		2	2
			전문과목	· 철도장비 기계장치	2	1	3
				· 장비별 전기전자 실무	3		3
				· 시설업무 프로세스 개선	2		2
				· 해외 철도장비 시스템	2		2
				· 로직플랜 회로	3	1	4
				· 철도장비 운전 취급	2	1	3
				· 장비별 유압 시스템	2	2	4
				· 장비별 공압 및 제동 시스템	2	1	3
				· 사고 · 장애사례	2	2	4
				· 인적오류와 안전관리	2		2
				· 곡선부 관리	4		4
				· 분기기 관리	4		4
				· 선로 유지관리 기준	4		4
				· 궤도 재료의 관리	4		4
				· 장대레일 관리	4		4
				· 산업안전보건	4		4
				· 운전취급규정(폐색방식)	4		4
				· ATS 지상설비	3		3
				· 선로전환기 수동취급(이론 및 실습)	3	4	7
				· 과정안내	1		1
				· 최종평가	1		1
				· 과정정리	1		1
			비율(%)	27과목	66	14	80

평가방법			횟수	비율(%)
입교	이론			
	참여식	과제		
		실습		
		토의		
		발표		
중간	이론			
	참여식	과제		
		실습		
		토의		
		발표	1	30
최종	이론		1	70
	참여식	과제		
		실습		
		토의		
		발표		
총 계			2	100%
평가방법			횟수	

[표8] 시설장비 운영기술 실무 교육

2.2 선로유지보수 현황 분석

『선로유지관리지침』 제176조, 제186조 및 제206조에 명시된 궤도검측차 점검, 레일점검 및 일상순회점검은 점검 주기를 준수하고 있었다.

사고구간은 『선로유지관리지침』 제9조 별표7에 따르면 궤도틀림 항목 중 고저틀림은 15㎜이하로 관리되도록 규정하고 있으나, 사고 직후 선형검측기로 사고현장을 측정한 결과, 신안건널목(연장 6m) 시·종점에서 고저틀림은 19.1㎜로 관리되고 있는 것으로 볼 때 적정한 유지보수가 이루어지지 않고 있는 것으로 판단되었다.

특히 최초 사고차량이 부상하고 탈선한 개소 전방의 궤도구조는 [그림5]와 같이 궤도강성[9]이 작은 자갈궤도가 부설된 후 신안건널목(6m)의 보판설치에 따라 궤도강성이 크게 나타나는 구조이며, 다음은 궤도강성이 작은 자갈궤도 3m가 부설되었고 다음에 위치한 것은 신안천교이며 궤도강성이 큰 무도상[10]으로 되어 있다.

이처럼 짧은 구간에 걸쳐 궤도강성의 변화가 크고 궤도틀림이 상존하고 있는 선로를 열차가 제한 속도를 초과하여 운행 할 경우에는 차륜에 반발력이 크게 작용하여 차륜이 부상(浮上)할 수 있을 것으로 분석되었다.

2.3 사고열차 분석

2.3.1 사고열차 운행속도 분석

한국철도공사의 『열차운행선로 지장작업 업무세칙』 제67조에 따르면 [표9]와 같이 철도장비에 대한 최고 운행속도는 모터카인 경우 80㎞/h로 정하고 있으며, 또한 견인모터카가 견인하는 철도장비의 최고 운행속도는 70㎞/h 이하로 규정하고 있다.

또한, 사고 당시 견인모터카1에 견인되어 운행하던 사고차량인 유조트로리의 최고 운행속도가 제작사에서 제시한 자료에 따라 최고 운행속도는 70㎞/h 이하로 운행하였어야 한다.

9) 궤도강성 : 사다리 모양의 궤광(레일과 침목이 묶여 있는 상태)을 수평방향으로 구부릴 때 구부러지지 않으려는 저항력
10) 무도상 : 교량에서 자갈이 없는 궤도구조로 교량침목이 부설된 도상

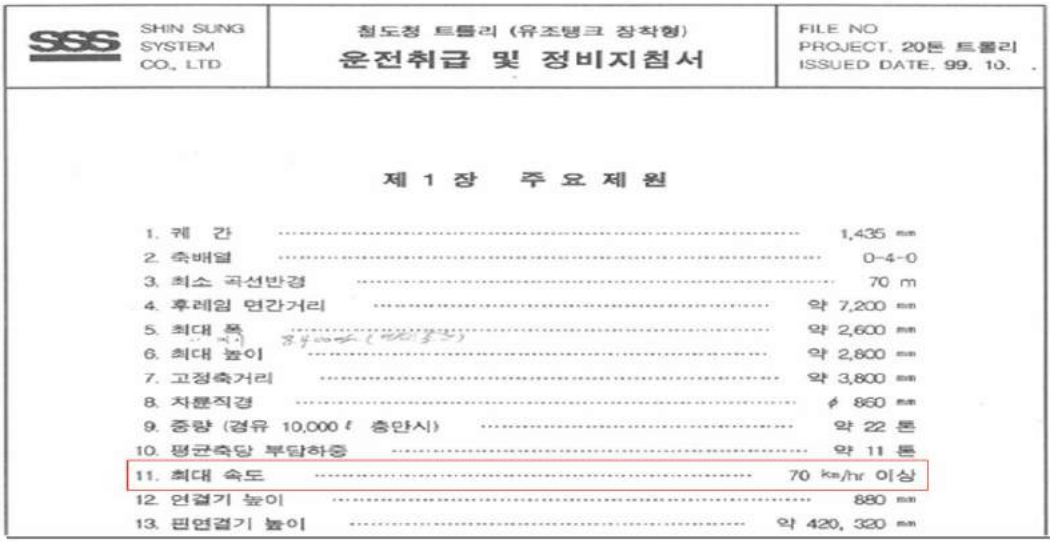
당시 사고열차의 운행속도는 1.6에서 기술한 바와 같이 열차운행정보기록장치에 의한 운행정보 확인이 불가능하여 전자연동장치의 로그파일에 의한 탈선지점 바로 직전 폐색구간의 평균 운전속도가 83㎞/h로 산출된 점으로 볼 때, 사고구간의 최고운행속도인 70㎞/h를 초과하여 운행한 것으로 판단되었다.

운행속도 (㎞/h)	장 비 명
160	종합검측차
120	궤도검측차, 선로점검차
90	멀티플타이템퍼, 스위치타이템퍼, 궤도안정기, 레일탐상차
80	벨러스트콤팩터, 벨러스트클리너, 벨러스트레귤레이터, **모터카**, 분진흡입차
70	분기기클리너

[표9] 장비운전속도

한국철도공사는 사고차량인 유조트로리에 대한 최고 운행속도를 정함에 있어 제작사에서 [그림15]와 같이 제시한 '운전취급 및 정비지침서'에 의거 70㎞/h로 적용하고 있으나 최고 운행속도를 정한 근거는 제시하지 못하였다.

유조트로리와 같이 특수차량의 최고 운행속도를 정할 때에는 선로조건, 차량중량, 현수장치 특성, 차량형상 등을 고려하여 적정한 최고운행속도를 정하고 이를 『열차운행선로 지장작업 업무세칙』 제67조(장비 운전속도)에 반영할 필요가 있다고 분석되었다.


SHIN SUNG SYSTEM CO., LTD

철도청 트롤리 (유조탱크 장착형)
운전취급 및 정비지침서

FILE NO
PROJECT. 20톤 트롤리
ISSUED DATE. 99. 10.

제 1 장 주 요 제 원

1. 궤 간 ····· 1,435 ㎜
2. 축배열 ····· 0-4-0
3. 최소 곡선반경 ····· 70 m
4. 후레임 연간거리 ····· 약 7,200 ㎜
5. 최대 폭 ····· 약 2,600 ㎜
6. 최대 높이 ····· 약 2,800 ㎜
7. 고정축거리 ····· 약 3,800 ㎜
8. 차륜직경 ····· φ 860 ㎜
9. 중량 (경유 10,000ℓ 충만시) ····· 약 22 톤
10. 평균축당 부담하중 ····· 약 11 톤
11. 최대 속도 ····· 70 ㎞/hr 이상
12. 연결기 높이 ····· 880 ㎜
13. 핀연결기 높이 ····· 약 420, 320 ㎜

[그림15] 유조트로리의 최고 운행속도

2.3.2 사고열차의 연결기 높이의 적정성 분석

사고열차에서 차량 간의 연결기 높이는 『객화차 유지보수기준』(한국철도공사, 2013년 6월 19일 개정, 이하 "객화차 유지보수기준"이라 한다) 제7조 별표2, 4. 연결 장치 중 '연결기의 높이(화차)'에 따르면 사용할 수 있는 레일 답면으로 부터 연결기 중심까지의 높이차는 최대 50㎜로 규정하고 있다.

사고 이후 현장에서 측정한 연결기 높이차는 60~80㎜로 기준을 초과하고 있었으며, 특히 양측의 견인모터카보다 사고차량의 연결기 높이가 높은 것으로 측정되었으며, 차량 간 연결기 높이 차이가 생기면 열차의 견인력 또는 제동력이 작용할 때 차량이 들리는 현상이 발생할 수 있다.

2.3.3 사고열차의 관통제동의 적정성 분석

『운전취급 규정』 제12조에 의하면 열차의 제동력 확보를 위해 모든 열차는 관통제동 취급을 원칙으로 하고 있으나, 사고열차의 조성을 보면 견인모터카1+유조트로리+견인모터카2로 조성되어 있으며 견인모터카1과 유조트로리는 관통제동을 취급할 수 있도록 제동관 호스를 연결하였으나 유조트로리와 견인모터카2간은 관통제동 취급을 위한 제동관 호스를 연결하지 않은 상태로 운행하고 있었다.

사고 이후 유조트로리와 견인모터카2간 제동관 호스를 연결하고 사고차량 3량 전체에 대하여 관통제동시험을 확인한 결과, 견인모터카2의 제동관 압력과 제동통 압력이 변하는 것을 확인할 수 있었다.

이는 사고열차에 대하여 3량 모두 관통제동 취급할 수 없게 됨으로써, 1개의 열차로 편성된 차량 3량 전체에 대한 일괄 제동이 되지 않은 상태로 제동 취급을 할 경우 제동력 불균형에 의해 차량이 부상(浮上)될 수 있는 요인으로 작용하였을 것으로 판단된다.

2.3.4 사고열차 조성의 적정성 분석

『운전취급 규정』 제18조제2항에 의하면 열차 조성 시 한 열차에 2이상의 기관차를 연결하는 경우에는 맨 앞에 연속하여 연결토록 규정하고 있으나, 사고열차의 경우 견인모터카1+유조트로리+견인모터카2로 조성하여 기관차와 같이 동력을 가진 모터카를 맨 앞에 연속하여 배치하지 않아 규정을 위배하여 조성되어 있었다.

또한 [그림9]와 같이 견인모터카의 축중은 12.5ton인 반면 사고차량은 6ton으로 가볍기 때문에 견인모터카1과 견인모터카2가 각각 독립적으로 견인운전할 경우에는 견인력의 불균형에 의해 중간에 있는 가벼운 차량인 사고차량이 부상(浮上)되거나 곡선에서 궤도를 이탈할 가능성이 있다.

2.3.5 사고차량의 기대수명과 구조적 특성 분석

사고차량은 2001년 12월 7일 도입되어 사고 발생 일까지 약 14년 3개월 운행하고 있었으며 한국철도공사 안전관리체계(12.3.4 노후 철도시설)에서 제시한 유조트로리의 기대수명 20년에 도달하지는 않았다.

사고열차를 구성하고 있는 견인모터카 및 유조트로리의 대차는 1축이며 1차 및 2차 스프링의 구별 없이 하나의 스프링으로 되어 있었다. 이러한 구조는 열차가 고속으로 운행할 경우 스프링의 기능이 충분치 못하여 반발력이 커질 수 있으며 차륜이 부상(浮上)할 수 있는 구조였다.

2.3.6 장비검수 업무 적정성분석

사고열차의 검수이력을 검토한 결과, 검수종별 검수시기에 의해 검수가 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

점검항목에 대하여는 [표10]과 같이 『보선장비 검수시행절차서』(한국철도공사 사규, 2008년 6월 12일 개정, 이하 "보선장비 검수 시행절차서"라 한다)

제13절(유조트로리 검수)에 명시되어 있다.

사고차량에 대한 모든 검수(일상검수~2년 검수)를 2012년 이후부터 시설장비사무소에서 대전충남장비사업소로 이관되어 검수를 시행하고 있으나, 대전충남장비사업소에는 차축 베어링 분해검수 및 교환, 차축 탐상검사 및 대차 교환 등을 시행 할 수 있는 설비가 구비되어 있지 않아 일부 항목에 대하여 검수가 이루어지지 않고 있었다.

2012년 이후부터 시행되지 않은 아래의 항목은 금 번 탈선사고와 직접적인 연관성은 없으나 장비의 안정성 확보를 위해 검수가 시행되어야 할 필요가 있다.

점 검 항 목	대전충남 장비사업소	시설장비 사무소
1. 1년 검수(24개월 운용하였을 때 시행)		
가. 기관계통 : 엔진 상태 검사 후 필요한 부분 분해검수		
1) 엔진 헤드부 누유상태 점검	○	○
2) 엔진 RPM 상승 하강 시 엔진오일 압력 상태 점검	○	○
3) 매연발생 상태 점검	○	○
4) 냉각수 라지에타 오염상태 점검	○	○
5) 엔진 냉각수 온도 변화상태 점검	○	○
6) 오일 팬 누유상태 점검	○	○
7) 엔진 브래킷 방진고무 상태 점검	○	○
나. 공기 및 제동계통		
1) 삼동변 상태점검 필요시 분해검수	○	○
2) 제륜자 점검 교환(한, 마모한도 15㎜)	○	○
3) 수용제동기 웜기어복스 상태점검 필요시 분해검수	○	○
4) 제동량 상태 점검	○	○
5) 각종 레버 및 핀 마모상태 검수	○	○
다. 주행계통		
1) 간드 베어러 주유	○	○
2) 대차 각부의 유간 및 습동부의 상태검수	○	○
3) 차축 베어링 상태점검 필요시 분해검수	×	○
4) 차축 탐상검사	×	○
5) 완충기 및 샹크가이드 상태점검 필요시 분해검수	○	○
라. 작업계통		
1) 유조탱크 청소	○	○
2) 유량계 분해검수	○	○
3) 각종밸브 분해검수	○	○
마. 전기 계통		
1) 기관 시동모터의 상태점검 필요시 분해검수	○	○

2) 충전발전기의 상태점검 필요시 분해검수	○	○
바. 차체 및 기타		
1) 차체 전반적 손상부 검수 후 부분도장	○	○
2) 연결기 분해검수	○	○
2. 2년 검수(48개월 운용하였을 때 시행)		
가. 기관계통 : 엔진 상태 검사 후 필요한 부품 교체		
1) 실린더 헤드 및 블록 상태 점검	○	○
2) 연료 공급 펌프 상태 점검	○	○
3) 윤활유 공급 펌프 상태 점검	○	○
4) 연료탱크 청소	○	○
5) 폴라이휠 링기어 마모 상태 점검	○	○
나. 공기 및 제동계통		
1) 삼동변 상태점검 필요시 교환	○	○
2) 각 제동실린더 상태점검 필요시 교환	○	○
3) 커플링 공기호스 점검 필요시 교환	○	○
4) 제동관 앵글콕크 상태점검 필요시 교환	○	○
5) 각 제동장치 연결핀 상태검사 필요시 교환	○	○
6) 제동장치 장착상태 검수	○	○
다. 주행계통		
1) 차륜 상태 검사 및 측정 필요시 삭정 또는 교환	○	○
2) 차축 베어링 상태점검 필요시 교환	○	○
3) 차축 탐상검사 필요시 교환	×	○
4) 대차 각부 상태점검 필요시 교환	×	○
5) 차축 스프링의 상태검수	○	○
6) 각종 핀 및 붓싱 점검 후 필요시 교환	○	○
7) RCT베어링 상태 및 오일실 누유상태 점검 필요시 교환	×	○
라. 작업계통		
1) 호스 교환	○	○
2) 펌프 분해검수 및 필요시 교환	○	○
3) 각종 밸브 분해검수 및 필요시 교환	○	○
4) 연결기 분해검수	○	○
마. 전기 계통	○	○
1) 배터리 점검 필요시 교환	○	○
2) 노후배선 점검 필요시 교환	○	○
바. 차체 및 기타	○	○
1) 차체 각부의 손상여부 점검 및 검수	○	○
2) 차체 부식 및 도장상태 검사(필요시 도장)	×	○

[표10] 유조드로리에 대한 검수항목별 검수 가능 소속

3. 결론

3.1 조사결과

3.1.1 사고열차는 충북선 내수역~오근장역사이에 있는 신안긴널목을 지나 신안천교에 진입하는 과정에서 열차의 진행방향 우측레일 두부 측면으로부터 상면으로 다고 오른 최초의 흔적을 발견하였다.

3.1.2 다고 오른 흔적으로부터 9m 이동한 지점에서 선로 우측의 교량침목 고정용 베이스플레이트가 연속으로 타격받은 흔적이 발견되었으며 이 지점을 최초의 탈선지점으로 확인하였다.

3.1.3 사고열차는 최초 탈선지점으로부터 오근장역 방향으로 355m를 지난 지점에서 정차하였으며 이 과정에서 차륜의 타격으로 인한 침목이 일부 손상되었다.

3.1.4 열차를 조성한 이후, 열차 편성에 대하여 제동시험 시행 후 운행하여야 하나 사고차량과 견인모터카2간은 제동관 호스를 연결하지 않았기 때문에 제동시험은 시행하지 않은 것으로 판단된다.

3.1.5 차륜이 최초 다고 오른 흔적이 있는 신안천교 부근의 궤도를 사고 발생 직후 선형검측기로 측정한 결과, 신안긴널목지점에서 고저틀림이 유지보수가 필요한 19.1㎜ 측정된 것은 궤도에 대한 적정한 유지보수가 이루어지지 않은 것으로 판단되었으며, 사고구간과 같이 유지보수를 시행하였음에도 지속적으로 궤도틀림이 크게 발생되는 개소는 구조보강 등의 근본적인 개선대책을 마련할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

3.1.6 전자연동장치 로그파일의 열차점유시각을 기리/시간으로 환산한 결과, 사고 당시 사고열차의 평균 주행속도는 약 83㎞/h로서 사고차량 제한속도인 70㎞/h를 초과하여 운행한 것으로 확인되었다.

3.1.7 사고차량이 부상하고 탈선한 지점은 짧은 구간에 걸쳐 궤도강성의 변화가 큰 궤도구조로 되어 있고 궤도틀림이 상존하고 있으므로 축중의 차이가 많은 특수차량을 열차로 편성하여 운행할 때에는 이러한 선로의 정보를 운전자에게 제공하여 주의운전 할 수 있도록 할 필요가 있다.

3.1.8 사고열차는 관통제동이 가능한 차량 3대를 연결하여 운행하면서 일부 차량의 제동관을 연결하지 않았으며, 열차를 조성하면서 견인모터카와 견인모터카 중간에 가벼운 사고차량을 연결하여 본선을 운행하면서, 견인모터카1과 견인모터카2의 운전원은 속도제어를 무전기에 의존할 수 밖에 없기 때문에 견인력 및 제동력 불균형이 발생되어 중간에 연결된 사고차량이 압축력과 인장력으로 인하여 차량이 부상(浮上)될 수 있는 조건으로 작용하였을 것으로 판단된다.

3.1.9 연결기 높이의 최대 허용 공차는 50㎜이나 사고열차의 연결기 높이차는 60~80㎜로 허용공차를 초과하고 있었으며 특히 사고차량의 연결기 높이가 양측의 견인모터카 연결기 보다 높아 열차에 견인력 또는 제동력이 작용할 때 차량이 부상(浮上)될 수 있는 조건으로 작용하였을 것으로 판단된다.

3.1.10 장비운전원은 열차의 조성, 관통제동 등에 대한 이해가 부족한 것으로 확인되었으며, 이는 철도장비 관련 종사자에 대한 교육이 이론위주의 교육으로 시행되고 있어 실제 현장에서 조치 능력향상을 위한 참여식 교육을 확대할 필요성이 있다고 판단된다.

3.1.11 사고차량(유조트로리)의 차량운전 최고속도를 정함에 있어 제작사에서 제시한 '운전취급 및 정비지침서'에 의거 70㎞/h로 적용하고 있으나 선로조건, 차량 중량, 현수장치 특성, 차량 형상 등을 고려하여 적정한 최고운행속도를 정할 필요가 있다.

3.1.12 견인모터카와 자력으로 운행할 수 있는 특수차량에 열차운행정보기록장치가 장착되어 있지 않아 열차속도, 운전취급 상황 등 기록을 확인할 수 없었다.

3.1.13. 사고차량에 대한 검수(일상검수~2년검수)를 시행하고 있는 대전충남장비사업소에는 차축 베어링 분해검수 및 교환, 차축 탐상검사 및 대차교환 등을 시행 할 수 있는 설비가 구비되어 있지 않아 일부 항목에 대하여 검수가 이루어지지 않은 것으로 판단된다.

3.2 사고원인

이번 탈선사고의 원인은 견인력 불균형에 의해 차륜이 부상(浮上)할 수 있도록 열차가 조성된 점, 선로유지보수가 필요한 고저틀림이 있는 점, 제한속도를 초과하여 운행한 점 등이 복합적으로 작용하여 사고차량이 부상(浮上)후 탈선되었다.

기여요인으로 관통제동 취급이 가능한 열차를 일부 차량에서 제동관 호스를 연결하지 않고 운행하여 사고차량에 압축력과 인장력 발생으로 차량이 부상할 수 있는 조건을 제공하였다.

4. 안전권고

항공·철도사고조사위원회는『항공·철도사고조사에 관한 법률』제26조에 따라 2016년 3월 17일 한국철도공사 충북선 내수역~오근장역 사이에서 발생한 철도장비 탈선사고에 대하여 다음과 같이 권고한다.

4.1 한국철도공사에 대하여

4.1.1 축중의 차이가 많은 특수차량을 열차로 편성하여 운행할 때에는 사고개소와 같이 궤도강성의 변화가 크고 궤도틀림이 상존하고 있는 선로의 정보를 운전자에게 공유하는 등 주의운전 할 수 있는 방안을 마련하여 시행할 것

4.1.2 사고구간과 같이 유지보수를 시행하였음에도 지속적으로 궤도틀림이 크게 발생되는 개소에 대하여는 구조보강 등의 근본적인 개선대책을 마련하여 시행할 것

4.1.3 사고열차가 일괄 관통제동이 불가능한 상태와 연결기 높이가 허용공차를 초과한 상태로 운행하고 있음을 감안하여 일괄 관통제동이 가능한 상태로 조성하고 이것이 불가능할 경우 운전취급규정에 따라 감속하여 운행할 것. 또한 출발 전 시행하는 점검사항에 위의 항목이 누락되지 않도록 점검 결과를 장비운용실적 등록(kovis) 시 반영할 것

4.1.4 특수차량 중 견인모터카와 같이 열차로 편성되어 견인하는 특수차량에 대하여 고장 또는 사고 시 열차속도, 운전상태 등을 파악할 수 있도록 열차운행정보기록 장치를 설치하여 운영할 것

4.1.5 작업책임자와 장비운전원이 특수차량에 대한 제한속도 준수, 규정대로 열차를 조성 및 제동시험을 시행토록 관리감독을 철저히 하고 차량의 기능, 안전시스템, 운전취급 규정 등에 대한 이해가 부족한 상태이므로 현장 실무능력 향상을 위해 장비관련 업무 종사자 모두가 매년 이수해야

하는 '시설장비 운영기술실무'과정의 참여식 교육을 확대하여 시행할 것

4.1.6 사고차량인 유조트로리와 같이 특수차량에 대한 최고 운행속도를 정할 때에는 선로조건, 차량 중량, 현수장치 특성, 차량 형상 등을 고려하여 정하고 이를『열차운행선로 지장작업 업무세칙』에 반영할 것

4.1.7 대전충남장비사업소에는 차축 베어링 분해검수 및 교환, 차축 탐상검사 및 대차 교환 등을 시행 할 수 있는 설비가 설치되어 있지 않아 일부 검수가 이루어지지 않고 있으므로 장비사업소에 설비를 보완하여 일부 검수항목이 누락되는 일이 없도록 할 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(공개를 금지할 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: sajio0131@korea.kr