

# 철도사고 조사보고서

한국철도공사

동해남부선

부전역 구내 (6번선)

제3094호 화물열차(DL7564+화차18량)

열차탈선사고

2015년 8월 18일(화) 23시 17분경



2016. . .



항공 · 철도사고조사위원회

이 조사보고서는 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제2조에 의거 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 사법 절차, 행정처분절차 또는 행정쟁송절차와 분리·수행되어야 하고,

제32조에서 “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.

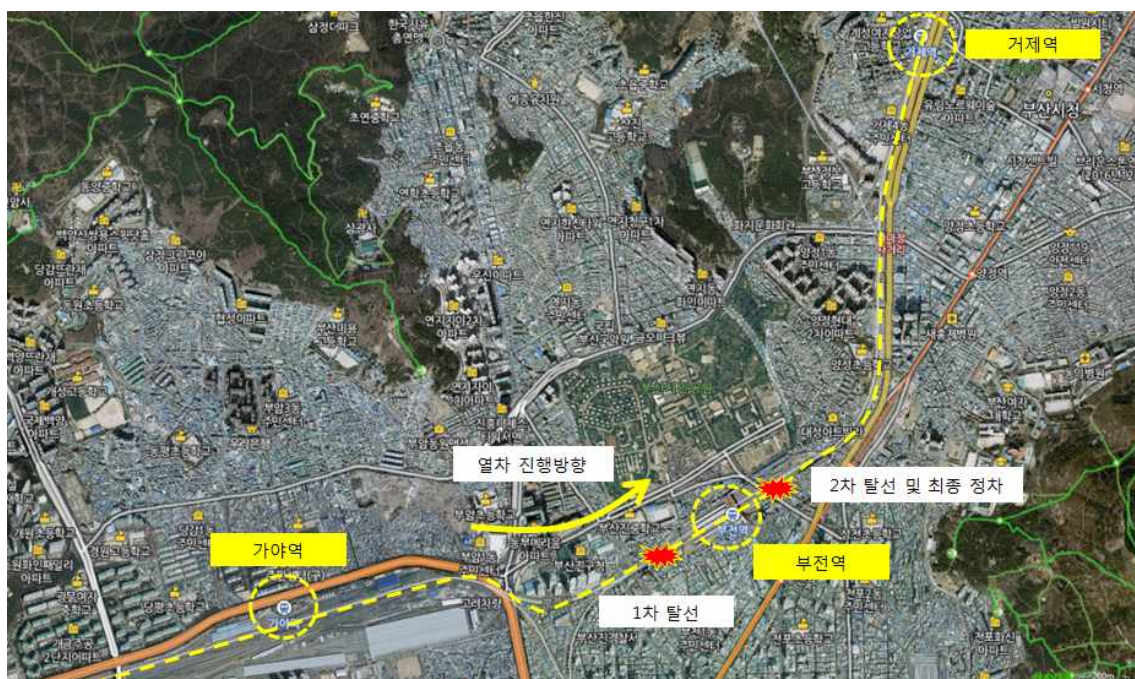
## 차 례

제 목 .....	1
개요(Synopsis) .....	2
1. 사실정보(Factual Information) .....	4
1.1 사고경위 .....	4
1.2 현장정보 .....	5
1.3 피해상황 .....	6
1.3.1 인명피해 .....	6
1.3.2 물적피해 .....	7
1.3.2.1 차량 피해 .....	7
1.3.2.2 시설 피해 .....	7
1.3.3 피해액 .....	7
1.4 인적정보 .....	7
1.4.1 사고열차 기관사 .....	7
1.4.2 사고열차 부기관사 .....	9
1.4.3 부전역 로컬관제원 .....	10
1.5 차량정보 .....	11
1.5.1 사고열차 조성내역 .....	11
1.5.2 사고화차 주요 제원 .....	11
1.5.3 사고화차 검수 현황 .....	12
1.6 선로정보 .....	14
1.7 신호제어 및 열차진로 설정 정보 .....	16
1.8 기상정보 .....	16
2. 분석(Analysis) .....	17
2.1 업무 수행사항 분석 .....	17
2.1.1 기관사와 부기관사의 업무수행사항분석 .....	17
2.1.2 부전역 로컬관제원의 업무분석 .....	17
2.2 운전정보기록 분석 .....	18

2.3 탈선과정 분석 .....	20
2.3.1 탈선 상황 .....	20
2.3.2 최초 탈선지점에서 화차의 차륜 위치 .....	21
2.4 사고화차의 분석 .....	22
2.4.1 윤중감소율 시험결과 .....	23
2.4.2 중량분포 측정결과 .....	23
2.4.3 축상고 측정결과 .....	24
2.4.4 회전저항 측정결과 .....	25
2.4.5 화차 분해검사 결과 .....	25
2.4.5.1 현수고리 윤활 불량 .....	25
2.4.5.2 연결기 횡변위 .....	26
2.4.6 기타 차량 특성 .....	27
2.4.6.1 코일스프링 강성 .....	27
2.4.6.2 차륜 형상 및 치수 .....	27
2.4.6.3 베어링 상태 .....	27
2.5 선로관리의 적정성 검토 .....	28
2.5.1 궤도틀림 검측 결과 .....	28
2.5.2 궤도 틀림량 측정 장비에 따른 측정결과의 차이 .....	30
2.5.3 분기기 점검 주기 및 점검 항목 .....	32
2.5.4 시저스분기기의 유지보수 방안 및 분기 침목 이음상태 .....	33
2.6 전자연동장치 및 현장 신호설비 동작 분석 .....	35
2.7 종합분석 .....	38
 3. 결론(Conclusions) .....	 39
3.1 조사결과(Findings) .....	39
3.2 사고원인(Causes) .....	42
 4. 안전권고(Safety Recommendations) .....	 43
4.1 한국철도공사에 대하여 .....	43
4.2 한국철도시설공단에 대하여 .....	44

## 한국철도공사 동해남부선 부전역 구내 화물열차 탈선사고

- 운영기관 : 한국철도공사
- 운행노선 : 동해남부선 (부산진~포항)
- 발생장소 : 부전역 구내 선로전환기 27A~27B 및 6번선  
(부산진역 기점 4.246km 및 4.784km 지점)
- 사고열차 : 제3094호 화물열차 (부산신항20:32 → 태화강00:01)  
[DL7564 + 화차 18량 편성, 환산 10.7량]
- 사고유형 : 열차탈선
- 사고일시 : 2015년 8월 18일(화), 23시 17분경



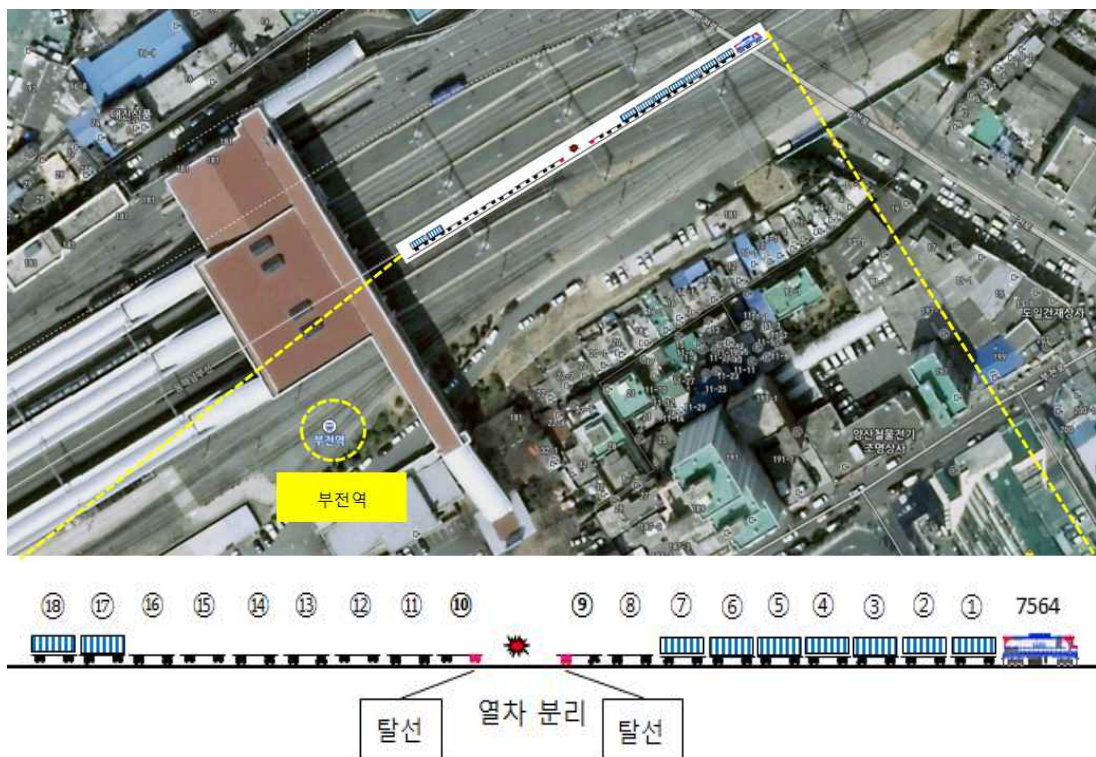
[그림 1] 사고현장 개요



## 개요(Synopsis)

2015년 8월 18일(화) 한국철도공사의 제3094 화물열차[부산신항(20:32) → 태화강(00:01), 이하 “사고열차”라 한다)가 22시 59분경 가야역을 출발하여 23시 04분경 부전역 구내로 진입하던 중 부전역 구내 27A 선로전환기 부근에서 앞에서 10번째 화차(이하 “10호차”라 한다)의 전위 대차가 진행방향 우측으로 탈선하였다.

사고열차는 10호차의 전위 대차가 탈선한 채로 부전역 6번선에 도착한 후 출발하던 중 9번째 화차(이하 “9호차”라 한다)의 후위 대차가 탈선하였으며 이때 9호차와 10호차의 연결기가 분리되어 공기호스가 빠지면서 비상제동이 체결되어 23시 17분경 [그림 2]와 같이 정차하였다.



[그림 2] 사고 후 최종 정차 상황

이 사고로 인명피해는 발생하지 않았으나, 화차 두량이 탈선하여 발판과 사다리가 변형되고 레일 체결구, 선로전환기 조절간 및 밀착검지기가 파손되는 물적피해가 발생하였으며 다른 열차의 운행에는 지장이 없었다.

항공·철도사고조사위원회는 이번 사고의 원인을 중량분포가 기준치를 초과하는 열차가 궤도 뒤틀림이 보수기준에 근접한 곳을 운행하여 탈선이 발생한 것으로 결정하였다.

또한 이번 사고의 기여요인을 분기기내 레일 이음매부에서의 처짐이 큰 것, 일반철도에 대한 일반 및 정밀점검을 시행하지 않은 것, 특수 분기기에 적합한 점검이 이루어지지 않은 것, 사고화차의 윤중감소율이 큰 것, 축상고가 기준치를 초과한 것 및 현수고리 내측이 윤활되지 않은 것으로 결정하였다.

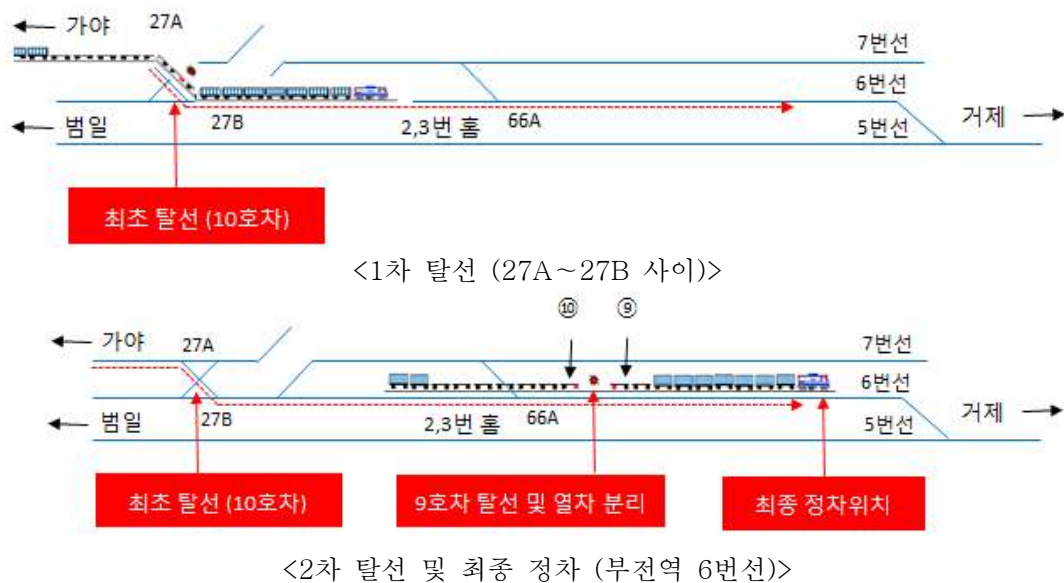
항공·철도사고조사위원회는 사고조사 결과에 따라 한국철도공사에 8건, 철도시설공단에 5건의 안전권고를 발행한다.

## 1. 사실정보(Factual Information)

### 1.1 사고경위

2015년 8월 18일(화) 한국철도공사의 사고열차가 22시 59분경 가야역을 출발하여 23시 04분경 부전역 구내로 진입하던 중 부전역 구내 27A 선로전환기 부근에서 10호차의 전위 대차가 [그림 3]과 같이 진행방향 우측으로 탈선하였다.

사고열차는 10호차의 전위 대차가 탈선한 채로 240m를 진행하여 부전역 6번선에 도착한 후 출발하여 약 242m를 이동하던 중 10호차의 탈선 차륜이 66A 선로전환기 크로싱에 부딪혔고, 41m를 더 진행한 후 9호차의 후위 대차가 탈선하였다. 이때 9호차와 10호차 사이의 연결기가 분리되어 공기호스가 빠지면서 비상제동이 체결되어 약 19m를 더 진행하여 23시 17분경 [그림 3]과 같이 정차하였다.

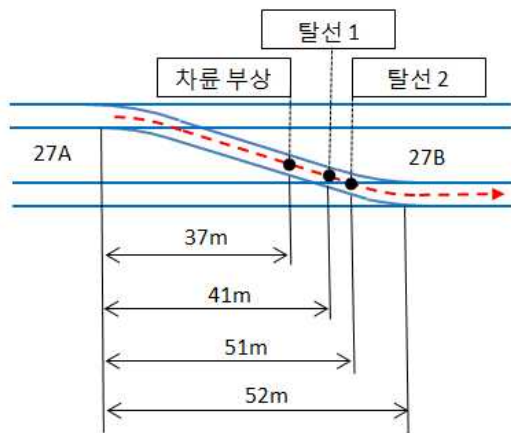


[그림 3] 탈선 현장



## 1.2 현장정보

최초 탈선 지점인 27A~27B 선로전환기 사이에서는 27A 선로전환기를 약 37m를 지난 지점에서 10호차의 첫 번째 차륜이 진행방향 우측으로 부상한 흔적이 발견 되었으며 41m를 지난 지점에서는 첫 번째 차륜이 탈선한 흔적이 발견 되었다. 이어 27A 선로전환기를 약 51m를 지난 지점에서 10호차의 두 번째 차륜이 [그림 4]와 같이 진행방향 우측으로 탈선한 흔적이 발견되었다.



최초 탈선 현장



차륜 부상 위치



첫 번째 차륜 탈선 위치



두 번째 차륜 탈선 위치

[그림 4] 최초 탈선 지점 (10호차)

사고열차는 10호차의 전위 대차가 탈선한 채로 240m를 이동하여 부전역 6번선에 도착한 후 다시 출발하였으며 10호차의 탈선된 차륜이 66A 선로전환기의 크로싱과 부딪혔고 [그림 5]와 같은 접촉흔적이 발견되었다. 이때 9호

차의 후위 대차가 탈선하고 9호차와 10호차의 연결기가 분리되어 공기호스가 빠지면서 비상제동이 체결되어 부전역 출발 후 약 309m 지난 지점에 정차하였으며 9호차와 10호차는 약 6m 정도 떨어진 상태였다 ([그림 6]).



[그림 5] 66A 선로전환기 크로싱 접촉흔적



10호차 탈선 상태 (앞쪽)

9호차 탈선 상태 (뒷쪽)

[그림 6] 사고열차 최종 정차 상태

### 1.3 피해상황

#### 1.3.1 인명피해

이번 사고로 인해 인명피해는 발생하지 않았다.

### 1.3.2 물적 피해

#### 1.3.2.1 차량 피해

이번 사고로 9호차의 제동관 공기호스, 10호차의 발판 및 사다리 등이 파손되었다.

#### 1.3.2.2 시설 피해

사고화차가 탈선하면서 코일스프링 클립(500개), 절연솔더(19개) 및 밀착조절간(1개)이 파손되었으며 31호 선로전환기 밀착검지기 센서 및 기억쇠, 66A 선로전환기 침단간 등이 파손되었다.

### 1.3.3 피해액

이번 사고로 차량분야 715만원, 시설분야 209만원 및 신호분야 79만원 등 총 1,003만원의 피해액이 발생하였다.

## 1.4 인적정보

### 1.4.1 사고열차 기관사

사고열차 기관사(남, 57세)는 1981.4.9. 구 철도청 부산객화차사무소에 발령받아 검수원으로 근무하다가 1983년도 대구기관차 경주분소 기관조사를 거쳐 1987.12.26. 구 철도청 부산기관차사무소 기관사로 발령받아 근무 중이며, 철도안전법에 의한 디젤 철도차량운전면허를 소지하고 있었다.

기관사는 사고당일 20:50경에 출근하여 출무점검을 마치고 사고열차의 기관사로 충당되어 가야역에서 22:12경에 인수받았다.

가야역을 22:59에 출발하여 부전역 중계신호기가 확인되는 지점에서 부전역으로부터 부전역 6번선 도착하여 제1793호 열차와 교행 한다는 무선통보를 받고 중계신호기를 지나 장내신호기 주의신호 현시상태를 확인하였다.

장내신호기 진입 전 ATP시스템의 LEVEL-1<sup>1)</sup>에서 STM모드<sup>2)</sup>(ATS 5현시)로 전이되는 것을 확인 취급하고 자동제동변을 상용제동 위치로 하여 ATS시스템을 3현시 모드로 변경하였으며, ATS의 출발신호기 정지동작을 약 9km/h의 속도에서 확인취급 하였다.

이후 21A 선로전환기 전방에서 속도가 약 7km/h로 떨어져서 자동제동변을 완해위치로 하여 열차제동을 완해하고 가감간<sup>3)</sup>을 2단으로 상승하여 약 60m 정도 진행한 후 약 15km/h 속도에서 가감간을 유전<sup>4)</sup>위치로 하고 부전역에 진입하였다.

부전역 6번선 진입 중 부전역 로컬관제원이 출발신호기 전방의 건널목 보판에 기관차가 정차하면 후부가 다 들어온다고 통보해와 정차위치를 합치하기 위해 가감간을 2단까지 상승, 열차속도 약 5km/h에서 가감간을 다시 유전 위치로 하였을 때 부전역으로부터 후부가 양호하다는 통보를 받고 자동제동변으로 제동을 취급하여 23:06에 기관차가 건널목 보판에 약간 걸친 상태로 정차하였다.

제1793호 열차와 교행 후 6번선 출발신호기에 진행신호가 현시됨을 확인 후 발차하여 가감간을 4단까지 올려 약 21km/h속도가 될 때까지 약 285m 진

- 
- 1) Level 1 운용모드 (ATP운용모드라고도 함) 열차의 주행을 계속적으로 감시하면서 주기적인 업데이트 기능을 이용하여 궤도에 설치된 발리스로부터 차량의 이동권한(MA) 및 각종 운전정보를 제공받아 기관사가 열차를 가장 안전하고 효율적으로 운행 할 수 있도록 함. Level 1 운용모드에서는 신호현시 계열이 아닌 MMI에 현시된 속도정보에 의거 기관사는 운행해야 함.
  - 2) STM운용모드 : 기존 ATS 시스템 운전모드 신호기에 현시된 신호에 따라 제한속도 초과 시 단순히 경고음을 발생하여 기관사에게 경고해 주는 기능이 제공되며, 속도초과 또는 정지신호 통과 시 비상제동에 의한 비상정차 등 제동기능만이 사용된다.
  - 3) 기관차의 속도를 제어할 수 있도록 만들어진 조종 핸들
  - 4) 기관에 부하(負荷)를 걸지 않고 기관만을 가동시켜서 운전하는 것.

행하여 최 외방 선로전환기를 지날 무렵 PCS<sup>5)</sup>가 동작되면서 비상제동이 체결되었다.

비상제동 체결로 최 외방 선로전환기로부터 약 5량 정도 지나 정차된 후 부기관사와 열차 후부를 확인한 바, 아홉 번째 화차(70272호) 뒷대차가 진행 방향 우측으로 탈선된 상태로 열 번째 화차(70784호)와 분리되어 열 번째 화차는 약 6m 정도 후방에 앞대차가 진행방향 우측으로 탈선된 상태였다.

당시 부전역 수송담당 직원이 후부에서 기관차 방향으로 접근하면서 열차가 진행하면서 소음이 크게 발생되어 확인차 출장하였다고 하였으며, 부전역 수송담당 직원이 휴대무전기로 부전역에 열차 탈선상태를 통보하였다.

#### 1.4.2 사고열차 부기관사

사고열차 부기관사(41세, 남)는 2005.3.28. 철도공사 대구기관차사무소 부기관사로 발령받고 2014.6.2. 동 사무소 기관사로 발령받았으며, 2015.5.18. 부산 기관차승무사업소로 발령받아 근무하고 있었으며, 철도안전법에 의한 디젤 철도차량운전면허를 소지하고 있었다.

사고당일 부기관사는 전일 2일간을 휴무로 휴식하고 20:55에 출근하여 출무점호를 마친 후 사고열차 부기관사로 충당되어 가야역에서 22:12에 인수받았다.

부기관사는 가야역을 출발할 때부터 사고발생 시 까지 열차의 이상상황은 감지하지 못하였으며, 가야역부터 저속으로(25km/h) 부전역까지 운전을 하다가 부전역으로 진입할 때 부전역 로컬관제원이 건널목 부근에 세워달라는 통보가 있어 출발신호기 앞에 정차하는 것을 확인하였다.

부기관사는 부전역 진입 시 25km/h의 제한속도를 알고 있었으며, 부전역 6번에 도착하여 제1793호 열차와 교행된다는 열차운전정리 상황을 알고 있

5) Pneumatic Control Switch

었다.

부기관사는 사고열차가 부전역 6번선에서 제1793호 열차를 교행하고 출발하여 100m정도 진행된 후 열차 비상제동으로 정차하자 기관사와 함께 내려가 진행방향 좌측(기관사는 우측)의 열차후부상태를 확인하였다.

기관사와 후부열차상태를 확인하여 9호차(70272호) 뒷대차가 진행방향 우측으로 탈선되어 10호차(70784호)와 분리되었으며, 두 화차는 약 6m 정도 이격되어 앞대차가 진행방향 우측으로 탈선된 상태를 확인하였다.

#### 1.4.3 부전역 로컬관제원

로컬관제원(남, 44세)은 1999.7.1. 구 부산지방철도청 부산역 수송원으로 신규 임용되어 수송원 업무를 수행하다가 2012.12.1. 해운대역 로컬관제원에 발령받아 로컬관제원 업무를 시작하였으며, 2013.3.1. 부전역 로컬관제원으로 발령받아 근무 중이었다.

부전역 로컬관제원은 사고당일 야간근무자로 19:00부터 부전역 로컬관제업무를 수행하고 있었으며, 23:00경 가야역에서 출발한 사고열차와 제1793호 열차를 부전역에서 교행이 필요하였으며 사고열차를 6번 선으로 진입시키기 위하여 장내를 현시하였다.

로컬관제원은 사고열차가 가야역을 발차하여 부전역에 접근하자 무선통화로 부전역에서 제1793호 열차와 교행 된다는 운전정보를 전달하였으며, 사고열차에 부전역 6번선로 정차위치를 무선통화로 안내하고 열차후부의 진입결과를 통보하였다.

23:22에는 사고열차가 차량이상으로 정차한 사실을 철도교통관제센터에 보고하였으며, 23:25에 열차가 분리되어 탈선된 사실을 철도관제센터와 당직실 및 관리역장에게 각각 보고하였다.



## 1.5 차량정보

### 1.5.1 사고열차 조성내역

사고열차는 [표 1]과 같이 디젤기관차(7564호)와 화차 18량으로 편성(환산 10.7량, 열차장 22.5량)되어 있었으며 영차<sup>6)</sup>-공차<sup>7)</sup>-영차의 혼합조성이었다. 사고열차는 부산신항을 출발하여 태화강까지 운행 할 예정이었다.

번호	차량	환산	길이	적재상태	비고
0	기관차		1.5		
1	컨테이너전용	1.1	1.1	영차	
2	컨테2TEU	0.5	1	영차	
3	컨테3TEU	0.6	1.4	영차	
4	컨테3TEU	0.7	1.4	영차	
5	컨테2TEU	0.6	1	영차	
6	컨테3TEU	0.6	1.4	영차	
7	컨테3TEU	0.6	1.4	영차	
8	컨검평판	0.6	1.1	공차	
9	컨테2TEU	0.4	1	공차	탈선
10	컨테2TEU	0.5	1	공차	탈선
11	컨검평판	0.6	1.1	공차	
12	컨테2TEU	0.4	1	공차	
13	컨테이너전용	0.6	1.1	공차	
14	컨테3TEU	0.5	1.4	공차	
15	컨테3TEU	0.5	1.4	공차	
16	컨검평판	0.6	1.1	공차	
17	컨검평판	0.7	1.1	영차	
18	컨테2TEU	0.6	1	영차	

[표 1] 사고열차의 조성표

### 1.5.2 사고화차 주요 제원

사고화차의 주요 제원은 [표 2]와 같다.

6) 화물을 적재한 화차

7) 화물을 적해하지 않은 화차

구 분	제 원	구 분	제 원
차량길이	12,500 mm	자중	19 ton
차량폭	2,332 mm	최대 적재하중	50 ton
차량높이	1,065 mm	대차종류	용접대차
축간거리	1,800 mm	연결기종류	AAR E형
속도	120km/h	제동방식	양압식

[표 2] 화차 주요 제원

### 1.5.3 사고화차 검수 현황

사고화차에 대한 검수<sup>8)</sup>는 『객화차 유지보수기준』(한국철도공사, 2012.8.13. 제정)에 따라 실시하고 있었고 사고화차에 대한 KOVIS 차호별 유지보수 경과일 및 경과거리를 조회한 결과는 [그림 7]과 같다. 유지보수기록을 분석한 결과 사고 당시 운행시점에서 회기 지연 및 주행거리 초과는 없었으나 [표 3]과 같이 사고 이전 검수 시에는 검수간 주행거리를 초과한 사실이 발견되었다.

차호	검종명	시행일	주행거리(km)	주행거리 차이(km)	주행거리 기준(km)
9호차 (70272)	GI-2	‘14.2.10.	1,169,469	185,532	176,000 (160,000+10%)
		‘11.9.5	983,937		
10호차 (70784)	GI-2	‘14.8.6.	935,451	181,149	
		‘12.4.4.	754,302		
	GI-2	‘10.8.16.	601,933	186,519	
		‘08.5.15.	415,414		
	GI-1 (GI-2)	‘13.3.22.	844,684	90,382	88,000 (80,000+10%)
		‘12.4.4.	7543,02		

[표 3] 사고화차의 검수간 주행거리 초과 현황

8) 검수(檢修) : 검사하여 정비하고 수선하는 것을 말하며, 기본검수, 정기검수(경정비 및 중정비), 임시검수, 특종검수 등이 있음.

## 차호별 유지보수 이력 및 차기 검증 조회

차기 검증 정보(진행건 포함)

차량번호 70272 검 종 42 GI-2 유지보수계획 001000005808 요청번호 25 [70272] 평판차 컨테이너용 2T 계획

통지번호 0 오더번호 유지보수소속

\*일정보정시 호출된 통지삭제 후 계획보정...

기준검종 42 GI-2 시행 일 2014.02.10 시행 시간 18:45:26

주기일수 1460 경과일수 602 경과회기율 41.2 % 운행일수 272 운행회기율 18.6 %

주거거리 160000 운행거리 114381.3 주회기율 71.5 % 최종주행 1283850.8

편성차량번호	소속내역	통지번호	검종명	오더번호	출고일자	출고시간	출고주행키로	운행일	경과거리	운행률
70272	부산신항차량사업소	100000599731	LI-6	100004033918	2015.07.29	17:40:52	1,279,192.2		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000582975	GI-1	100003923848	2015.02.04	17:49:35	1,241,568.0		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000569046	LI-6	100003843242	2014.09.29	17:51:33	1,206,916.6		0.0	0.0
70272	부산철도차량정비단(일반)	100000515647	GI-2	100003687667	2014.02.10	18:45:26	1,169,469.5		0.0	0.0
70272	순천차량사업소	100000475585	LI-6	100003462855	2013.03.11	18:00:49	1,105,949.0		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000443973	GI-1	100003332689	2012.09.07	17:45:33	1,059,202.3		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000406324	LI-6	100003221055	2012.04.03	18:05:43	1,029,183.5		0.0	0.0
70272	부산철도차량정비단(일반)	100000366274	GI-2	100003070715	2011.09.05	18:11:37	983,937.6		0.0	0.0
70272	부산신항차량사업소	100000341642	LI-6	100002986763	2011.04.28	17:43:29	949,535.4		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000295895	임시소	100002877686	2010.11.17	19:00:00	910,773.0		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000283842	GI-1	100002876295	2010.11.15	18:36:30	910,773.0		0.0	0.0
70272	순천차량사업소	100000233482	LI-6	100002703857	2010.05.07	18:29:27	869,655.2		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000232270	수선	100002606254	2010.02.17	18:12:05	864,969.1		0.0	0.0
70272	부산차량사업소	100000230129	임시소	100002569424	2010.01.19	18:06:13	863,315.3		0.0	0.0
70272	부산철도차량정비단(일반)	100000190817	GI-2	100002344556	2009.08.17	17:42:10	830,412.1		0.0	0.0
70272	부산전차량사업소(폐지)	100000188594	LI-6	100002224287	2009.06.03	16:40:03	818,658.4		0.0	0.0
70272	부산철도차량정비단(일반)	100000133495	GI-1	100001974150	2009.01.19	16:56:11	781,862.1		0.0	0.0

## 차호별 유지보수 이력 및 차기 검증 조회

차기 검증 정보(진행건 포함)

차량번호 70784 검 종 36 LI-6 유지보수계획 001000006286 요청번호 28 [70784] 평판차 컨테이너용 2T 계획

통지번호 0 오더번호 유지보수소속

\*일정보정시 호출된 통지삭제 후 계획보정...

기준검종 41 GI-1 시행 일 2015.07.08 시행 시간 17:40:50

주기일수 365 경과일수 89 경과회기율 24.4 % 운행일수 31 운행회기율 8.5 %

주거거리 40000 운행거리 9803.2 주회기율 24.5 % 최종주행 1018229.9

편성차량번호	소속내역	통지번호	검종명	오더번호	출고일자	출고시간	출고주행키로	운행일	경과거리	운
70784	부산신항차량사업소	100000598037	GI-1	100004020266	2015.07.08	17:40:50	1,008,426.7		0.0	
70784	부곡차량사업소	100000579997	LI-6	100003910790	2015.01.14	18:50:30	973,169.4		0.0	
70784	대전철도차량정비단	100000538402	GI-2	100003805720	2014.08.06	18:00:00	935,451.0		0.0	
70784	부산신항차량사업소	100000522036	LI-6	100003611881	2013.09.27	17:55:19	884,150.2		0.0	
70784	부산차량사업소	100000473298	GI-1	100003471248	2013.03.22	17:38:45	844,684.7		0.0	
70784	대전차량사업소	100000443389	LI-6	100003365652	2012.10.24	17:58:01	808,441.1		0.0	
70784	부산철도차량정비단(일반)	100000410770	GI-2	100003219134	2012.04.04	17:48:53	754,302.9		0.0	
70784	부산차량사업소	100000392947	LI-6	100003161786	2012.01.06	17:39:50	730,089.5		0.0	
70784	대전철도차량정비단	100000346697	GI-1	100003031743	2011.07.05	18:00:00	689,117.5		0.0	
70784	부산신항차량사업소	100000318645	임시소	100002907578	2010.12.29	18:08:30	641,925.9		0.0	
70784	부산신항차량사업소	100000313146	LI-6	100002903140	2010.12.28	10:56:39	641,925.9		0.0	
70784	부산철도차량정비단(일반)	100000243022	GI-2	100002796969	2010.08.16	16:16:23	601,933.3		0.0	
70784	부산전차량사업소(폐지)	100000263901	수선	100002770899	2010.07.09	17:11:46	590,187.0		0.0	
70784	대전차량사업소	100000228318	LI-6	100002565230	2010.01.16	13:00:59	534,758.8		0.0	
70784	대전철도차량정비단	100000189984	GI-1	100002295887	2009.07.20	18:00:00	497,645.4		0.0	
70784	대전차량사업소	100000146263	LI-6	100001820718	2008.10.14	17:16:44	451,980.7		0.0	
70784	부산철도차량정비단(일반)	100000110507	GI-2	100001533744	2008.05.15	17:37:42	415,414.8		0.0	

[그림 7] 사고화차의 유지보수 이력 (상: 9호차(70272), 하: 10호차(70784))

## 1.6 선로정보

탈선지점은 곡선반경이 165m인 리드부로서 선로전환기 27A, K자 크로싱, 선로전환기 27B 크로싱 결선부를 연속으로 지나고 열차 진행방향으로 우곡선(R165m)~크로싱결선부~좌곡선(R165m)이 이어지는 S자 선형이며 레일이 음매에서 충격력이 발생되고 있고 곡선 바깥쪽으로 과도한 횡압에 의해 레일 편마모가 발생되고 있는 구조적으로 취약한 개소이다.

가야역에서 부전역 전까지는 15%의 하 기울기로 부설되어 있고 탈선사고가 발생한 부전역 구내는 수평(Level)의 기울기를 가지고 있다.

궤도의 구성은 60kg 레일에 PC침목, 코일스프링크립, 도상자갈로 구성되어 있으며 분기기 내의 분기침목은 나무로 되어 있고 비 장대레일 구간이었다.

한국철도공사 부산경남본부는 부전역 구내(4km100~4km240)를 운전취급상 주의개소로 지정하여 관리하고 있었으며 선로전환기 21A~25B~28A~28B~33A~33B 구간과 사고열차의 운행경로(선로전환기 27A~27B)의 제한속도를 15km/h로 운용하고 있었다.

탈선개소인 선로전환기 27A와 27B 사이에서는 궤도검측차 또는 선형검측기에 의한 검측을 시행한 사례는 없었으며 도보순회는 2016.8.2.~8.8., 8.10.~8.11.에 시행하였고 선로전환기 27A와 27B 대한 분기기틀림점검은 2015.3.16. 시행한 것을 확인하였다.

탈선지점에 대한 장비작업은 2015.6.5. 선로전환기 27A와 27B에 대하여 1종 작업<sup>9)</sup>을 시행한 실적이 있었으며 탈선지점에 대한 인력유지보수작업의 내용은 아래 [표 4]와 같다.

9) 1종 작업 : 열차 주행 시 승차감 향상을 위해 궤도장비를 이용하여 선형을 개선하는 작업

일시	장소	작업내용
2015.3.3.	27B 선로전환기	침목 1정 교환, 면맞춤 8m
2015.3.5.	27A 선로전환기	침목 2정 교환, 면맞춤 10m
2015.3.9.	27B 선로전환기	침목 2정 교환, 면맞춤 15m
2015.6.2.	27A, 27B 선로전환기	궤간정정 15m, 면맞춤 15m

[표 4] 탈선지점의 인력유지보수작업 내용

탈선지점 전·후 레일의 마모량은 [표 5]와 같이 부상(浮上)지점은 4mm이고 텅레일로 가면서 5mm로 측정되었다.

구분	진행방향 좌측 레일				진행방향 우측 레일				비고
	직마모 (기준 : 13mm)		편마모 (기준 : 15mm)		직마모 (기준 : 13mm)		편마모 (기준 : 15mm)		
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	
1	0	0	0	0	1	1	0	0	크로싱 후단
2	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	2	3	
4	0	0	0	0	0	0	3	3	
5	2	1	0	0	0	0	4	4	부상지점
6	0	0	0	0	0	0	4	4	
7	0	0	0	0	0	0	4	4	
8	0	1	0	0	0	1	4	4	
9	0	0	0	0	0	0	5	5	
10	0	0	0	0	0	0	5	4	

[표 5] 레일마모 측정결과

(선로전환기 27B호 크로싱 후단부터 1m 단위로 측정(크로싱 후단→포인트))

레일마모의 허용기준은 사고현장에 부설된 60kg레일인 경우 『선로유지관리 지침』(한국철도시설공단, 2015.3.19. 개정, 이하 “선로유지관리 지침”이라 한다) 제22조(레일교환기준)에 의거 직마모 13mm, 편마모 15mm이며 부상개소 전후 5m에 대한 측정결과, 허용한도 내에 있음을 확인하였다.

## 1.7 신호제어 및 열차진로 설정 정보

신호 및 진로열차 제어기능을 수행하는 전자연동장치는 사고열차를 부전역으로 진입시키기 위해 선로전환기 6대를 전환한 후 열차를 정거장 구내로 진입시키기 위해 장내신호기 및 중계신호기에 주의를 현시하였다.

사고열차 기관사는 장내중계신호기 및 장내신호기 지시에 따라 부전역 구내를 통과하여 6번 선으로 진입하던 중 27A호 선로전환기를 통과한 후 전부로부터 10번째 화차의 전위 대차의 차륜 4개가 탈선하였으나 선로환기를 포함한 신호설비는 정상 동작하였다.

## 1.8 기상정보

부산기상청 자료에 따르면 사고 당시의 기온은 24.5℃, 강수는 없었던 것으로 나타났다.



## 2. 분석(Analysis)

### 2.1 업무 수행사항 분석

#### 2.1.1 기관사와 부기관사의 업무수행사항 분석

사고열차 기관사와 부기관사는 철도안전법(2016.1.19.개정) 제10조 및 제19조의 규정에 의한 철도차량운전면허를 소지하고 있었으며, 운전경력 등을 조사한 결과 기관사의 자격에는 결격사항이 없는 것으로 분석되었다.

사고열차 기관사와 부기관사는 지도운용팀장이 시행한 출무점호 및 승무적합성검사에 따라 승무적합 판정을 받았으며, 한국철도공사 자료와 관계자를 면담하여 조사한 결과, 승무사업에 필요한 운전정보를 숙지하였으며, 음주나 허가되지 않은 약품을 복용하지 않았다고 진술하였고, 운전업무에 문제점이 없는 것으로 분석되었다.

사고열차의 운전을 담당한 기관사는 열차의 조성 및 제동시험 출발 후 제동감도시험을 시행하였고, 운행정보기록에 의하면 사고 후 정차 시까지 제한속도를 초과하거나 규정을 위배하는 운전취급을 하지 않았으며, 최종 정차할 때 까지 탈선사실은 인지하지 못한 것으로 조사되었다.

#### 2.1.2 부전역 로컬관제원의 업무분석

부전역 로컬관제원의 임명사항 및 교육관련 사항은 문제가 없었으며, 사고당일 근무상황을 분석한 결과 운전취급을 담당하면서 로컬관제원으로서 운전취급업무 처리와 업무수행에는 소홀함이 없었던 것으로 판단되었다.

## 2.2 운전정보기록 분석

사고열차는 [표 6]의 ①과 같이 22:55:31(실제시각 22:59경) 가야역을 출발하였으며 가야역을 출발하기 전 운행기록정보의 차량누적 거리는 81.753km를 기록하였다.

사고열차 기관사는 가야역 출발 3분 후 22:58:40(실제시각 23:02경) 장내신호기 진입 전 ATP시스템의 LEVEL-1에서 STM모드(ATS 5현시)로 전이되는 것을 확인 취급하기 위하여 [표 6]의 ②와 같이 자동제동변을 상용제동위치로 하여 ATS시스템을 3현시 모드로 변경하였으며, 약 9km/h의 속도에서 ATS의 출발신호기 정지동작을 확인취급 하였다.

사고열차 기관사는 상용제동을 취급하여 21A 선로전환기 전방에서 속도가 약 7km/h로 떨어지자 자동제동변을 완해위치로 하여 열차제동을 완해하고 [표 6]의 ③과 같이 22:59:34(실제시각 23:03경)부터 가감간을 2단<sup>10)</sup>으로 상승하여 약 60m 정도( $82.971-82.911=60(m)$ ) 진행한 후 약 15km/h 속도에서 가감간을 유전위치로 하고 부전역에 진입하였다.

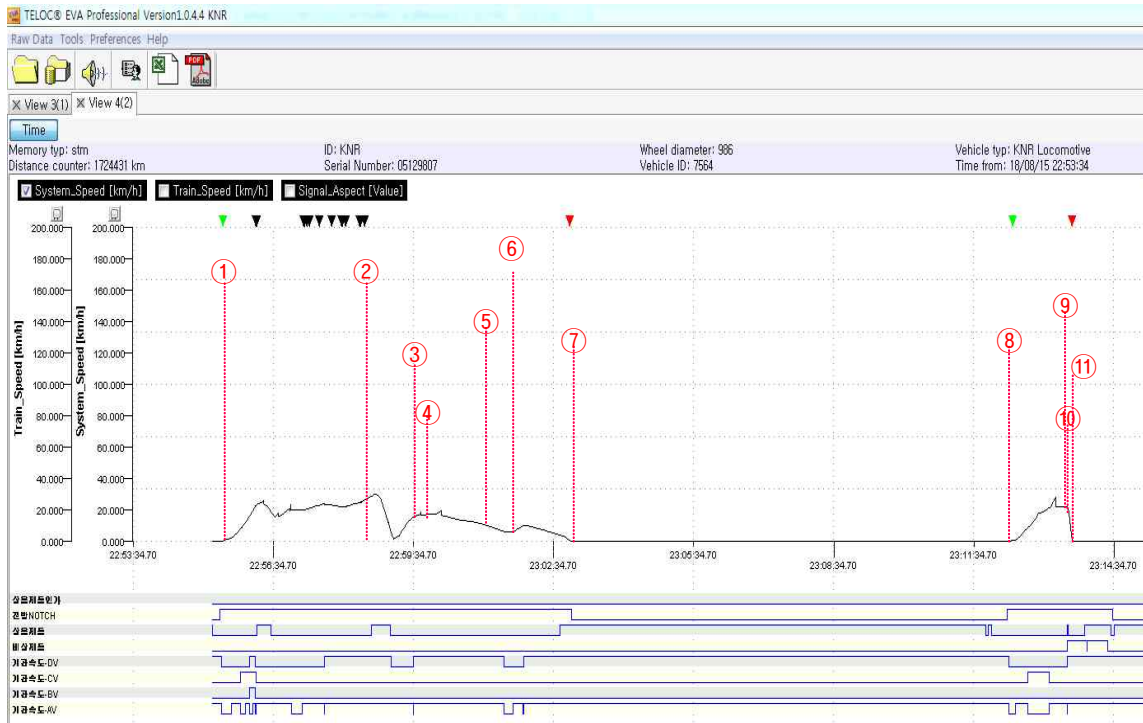
[표 6]의 ⑤와 같이 23:00:58(실제시각 23:04경) 열차속도 약11km/h, 운행거리 83.324km(사고당시 확인된 27A/B분기부상의 최초탈선지점)에서 10호차의 전부대차의 탈선상태를 확인하지 못한 채 부전역 6번 선에 진입하였다.

기관사는 부전역 로컬관제원이 유도하는 정차위치(기관차가 건널목보판에 걸치도록 정차요구)에 합치하기 위하여 [표 6]의 ⑥과 같이 가감간을 2단까지 상승, 열차속도가 약 5km/h되었을 때 가감간을 유전위치로 하고 자동제동변으로 상용제동을 취급하여 23:02:56(실제시각 23:06)에 [표 6]의 ⑦과 같이 정차하였다.

[표 6]의 ⑧과 같이 23:12:25(실제시각 23:15경) 제1793호 열차와 교행 후 6

10) 가감간 2단은 운행정보기록상 조속기 전자변 'A' 가 여자 되었음으로 확인

번 선에서 발차하여 23:13:35(실제시각 23:17경)에 [표 6]의 ⑩과 같이 약 285m 진행하여 약 21km/h속도가 되었을 때 비상제동이 체결되어 23:13:41(실제시각 23:17경)에 [표 6]의 ⑪과 같이 정차하였다.



[그림 8] 사고열차 동력차의 운행정보기록 그래프

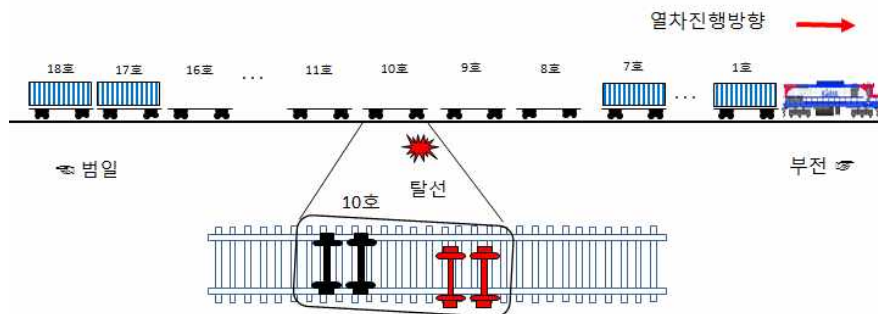
구분	시간	보정시간	속도(km/h)	이동거리(km)	내용
①	22:55:31	22:59:31	0.4	81.753	가야 출발
②	22:58:40	23:02:40	28.6	82.748	상용제동
③	22:59:05	23:03:05	6.2	82.911	견인 2단
④	22:59:34	23:03:34	15.6	82.971	견인 1단 후 유전
⑤	23:00:58	23:04:58	11.5	83.316	10호차 탈선
⑥	23:01:48	23:05:48	5.7	83.512	견인2단
⑦	23:02:56	23:06:56	0	83.556	부전 도착
⑧	23:12:25	23:16:25	0.4	83.556	부전 출발
⑨	23:13:14	23:17:14	21.7	83.839	9호차 탈선 추정
⑩	23:13:35	23:17:35	21.4	83.841	비상제동 체결
⑪	23:13:41	23:17:41	0	83.860	열차 정지

[표 6] 사고열차 동력차의 운행정보기록

## 2.3 탈선과정 분석

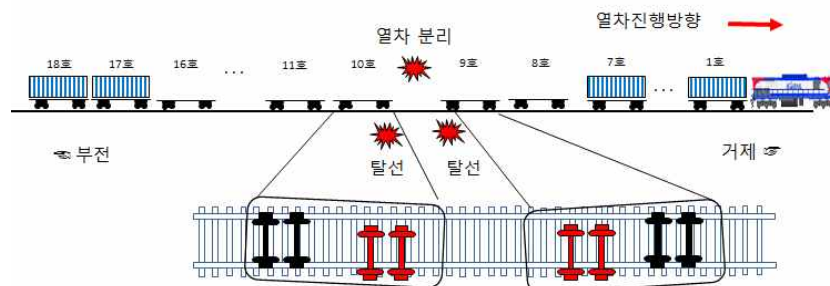
### 2.3.1 탈선 상황

사고열차는 22:59경 가야역을 출발하여 부전역을 향해 운행하던 중 23:04경 27A 선로전환기를 약 37m 지난 지점에서 10호차의 첫 번째 차륜이 진행방향 우측으로 부상하여 41m 지난 지점에서 탈선하였고, 이어 27A 선로전환기를 약 51m 지난 지점에서 10호차의 두 번째 차륜이 진행방향 우측으로 탈선하였다.



[그림 9] 최초 탈선상황 (27A~27B 사이)

사고열차는 10호차의 전위 대차가 탈선한 채로 약 240m를 이동하여 23:06경 부전역 6번선에 도착한 후 23:16경 출발하여 약 242m를 이동하던 중 10호차의 탈선 차륜이 66A 선로전환기 크로싱에 부딪혔고, 약 41m를 더 진행한 23:17:14경 9호차의 후위 대차가 탈선하였다. 이때 9호차와 10호차 사이의 연결기가 분리되어 공기호스가 빠지면서 23:17:35경 비상제동이 체결되어 약 19m를 더 진행한 후 23:17:41경 정차하였다.



[그림 10] 최종 정차 상태 (부전역 6번선)

### 2.3.2 최초 탈선지점에서 화차의 차륜 위치

사고 이후 탈선에 관련된 화차의 차륜들이 분기기 내에서 어떠한 위치에 놓여 있는가를 정확하게 파악하기 위해 실제 탈선열차에 구성되어 있었던 9호차, 10호차 및 11호차를 탈선현장에 놓고 정밀 조사하였다. 조사 결과 최초로 탈선된 10호차의 오른쪽 첫 번째 차륜이 부상위치에 도달했을 때, 9호차는 27B 선로전환기 부근의 직선 위치에, 11호차는 27A 선로전환기의 리드부에 놓여 있었고, 10호차는 분기기 내의 크로싱 부에 놓여 있었다. 특히 10호차의 세 번째 차축과 네 번째 차축은 분기기 내의 레일 이음매 양쪽에 위치하는 것을 확인하였다.



11호차-10호차



10호차-9호차



10호차의 후위 대차

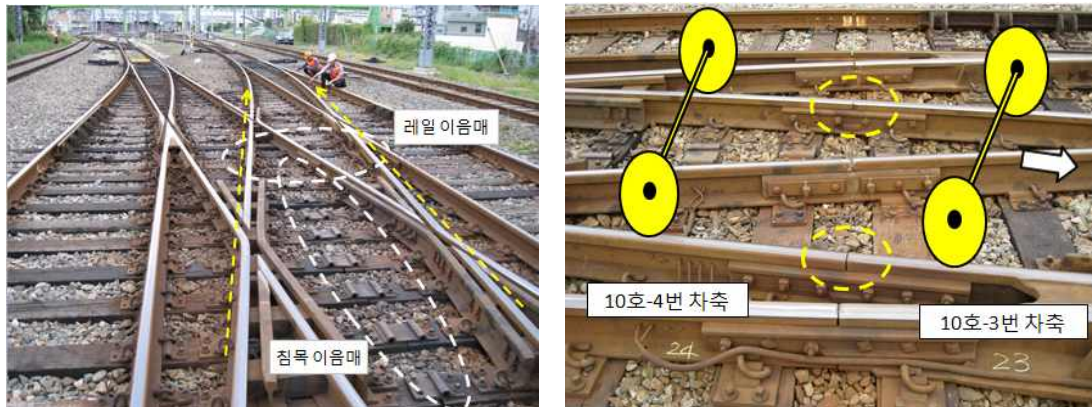


10호차의 전위 대차

[그림 11] 최초 탈선 위치에 놓인 사고관련 화차

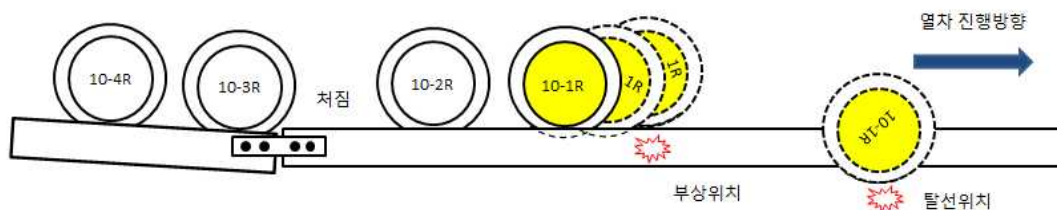


분기기 내의 레일 이음매와 차륜의 위치를 함께 나타내면 [그림 12]와 같다.



[그림 12] 레일 및 침목 이음매(좌)와 10호차 후위 대차의 위치(우)

아래 [그림 13]과 같이 10호차의 세 번째 차축이 레일 이음매를 통과하면서 발생한 레일의 처짐에 의하여 선로 뒤틀림이 발생하였고, 이로 인해 좌곡선을 통과하던 10호차의 첫 번째 우측 차륜이 부상한 것으로 추정된다.



[그림 13] 레일 이음매 처짐에 의한 차륜 부상

## 2.4 사고화차의 분석

사고열차 중 9호차, 10호차 및 11호차에 대해 탈선에 영향을 줄 수 있는 항목에 관련된 다음과 같은 조사를 수행하였다.

#### 2.4.1 유효감소율 시험결과



윤중감소율 시험은 화차가 선로의 뒤틀림이 있는 구간을 통과할 경우 차륜에 걸리는 하중이 얼마나 감소하는가를 측정하는 시험이다.

시험 결과 철도안전법의 『철도차량 기술기준』(국토교통부, 2016.3.8. 개정) 제3.2.2.2조에 따른 기준치인 0.6 이하를 만족하였으나 특이할 점은 최초 탈선차량인 10호차의 오른쪽 첫 번째 차륜(우륜1)의 윤중감소율은 0.51로서 기준치인 0.6에 근접하고, 유사 차량인 9호차의 오른쪽 첫 번째 차륜의 0.30에 비해 큰 감소율을 보이고 있다.

차호	좌륜1*	우륜1	좌륜2	우륜2	좌륜3	우륜3	좌륜4	우륜4
9호차 (70272)	-0.34	0.30	-0.11	0.03	-0.01	-0.01	0.36	-0.46
10호차 (70784)	-0.46	0.51	0.00	-0.31	0.00	-0.14	0.16	-0.32
11호차 (763009)	-0.16	0.16	-0.30	0.06	0.24	-0.04	0.13	-0.32

[표 7] 윤중감소율 시험결과 (기준치 0.6 이하)

(\* 좌륜1: 왼쪽 첫 번째 차륜, 우륜1: 오른쪽 첫 번째 차륜 등)

## 2.4.2 중량분포 측정결과

『철도차량 기술기준』에 화차의 중량분포에 관한 기준으로 정적 윤중비와 좌우 윤중비를 정하고 있으며 이에 따라 사고에 관련된 화차 3량에 대해 중량분포 시험을 실시하였으며 그 결과는 [표 8]과 같다.

『철도차량 기술기준』 제3.2.1.3조에서 화차에 대한 정적 윤중비(각 차축의 한쪽 차륜의 하중 대비 동일 차축의 좌우차륜하중의 평균치와의 편차) 기준치는  $\pm 4\%$  이하로 정하고 있으며 측정결과 9호차의 모든 차축, 10호차의 두 개 차축, 11호차의 세 개 차축에서 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

차호	1번측	2번측	3번측	4번측
9호차 (70272)	16%	6%	-11%	-6%
10호차 (70784)	0%	-3%	14%	-11%
11호차 (763009)	10%	-4%	8%	-5%

[표 8] 정적 윤증비 측정결과 (기준치  $\pm 4\%$  이하)

또한 좌우 윤증비(한쪽 선로의 차륜의 하중합과 좌우측선로 차륜의 하중합의 평균치와의 편차)는  $\pm 4\%$  이하로 정하고 있으며 측정결과 기준치를 만족하는 것으로 나타났다.

차호	좌우 윤증비
9호차 (70272)	1.2%
10호차 (70784)	0.1%
11호차 (763009)	2.2%

[표 9] 좌우 윤증비 측정결과 (기준치  $\pm 4\%$  이하)

### 2.4.3 축상고 측정결과

축상고는 윤증 및 중량분포에 영향을 미치는 요소로서 사고에 관련된 화차 3량에 대해 [표 10]과 같이 축상고를 측정하였다. 축상고 측정 결과 9호차는 8개의 축상 중 4개, 10호차는 8개의 축상 중 3개, 11호차는 8개의 축상 모두가 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

(단위: mm)

차호	좌1*	우1	좌2	우2	좌3	우3	좌4	우4
9호차 (70272)	61	58	60	58.5	55	60	56	61
10호차 (70784)	58	62	61	60	59	57.5	60	61
11호차 (763009)	57	52.5	51	53.5	52	55	56	56

[표 10] 축상고 측정결과 (기준치: 60mm~65mm)

(\* 좌1: 왼쪽 첫 번째 축상, 우1: 오른쪽 첫 번째 축상 등)

#### 2.4.4 회전저항 측정결과

회전저항은 차량이 곡선부를 통과할 때 차체와 대차가 얼마나 자유로이 회전하는가를 평가하는 지표로서 회전저항이 크면 곡선부를 통과할 때 차륜과 레일 사이의 횡력이 커져 탈선의 위험이 커지게 된다. 국내에는 관련 규격이 없는 관계로 시험은 관련 규격인 GM/RT2141<sup>11)</sup>에 따라 실시하였다. 시험결과는 [표 11]과 같고 GM/RT2141에서 정하는 기준치를 만족하는 것으로 확인되었다.

차호	전위대차	후위대차
9호차 (70272)	0.12	0.10 (탈선 대차)
10호차 (70784)	0.08 (탈선 대차)	0.07
11호차 (763009)	0.09	0.10

[표 11] 회전저항 측정결과 (기준치: 0.15)

#### 2.4.5 화차 분해검사 결과

사고에 관련된 9호차, 10호차 및 11호차에 대해 분해검사를 실시한 결과를 정리하면 다음과 같다.

##### 2.4.5.1 현수고리 윤활 불량

화차에는 한 차축에 좌우 한 개씩의 스프링캡이 있어서 코일스프링의 위를 덮고 있으며 코일스프링의 하중에 비례하여 댐핑력을 발생하고 있다. 그러나 사고화차를 분해검사하는 과정에서 스프링캡의 양쪽에 있는 현수고리 중 바깥쪽 현수고리에는 윤활이 되어 있었지만 안쪽 현수고리에는 전혀 윤활이 되어 있지 않은 것이 발견되었다. 이 경우 스프링의 변형이 자유롭지 않게 되어 스프링과 댐퍼의 기능이 저하될 가능성이 있다.

11) Resistance of Railway Vehicles to Derailment and Roll-Over, Railway Group Standard



외측 현수고리 (윤활 됨)

내측 현수고리 (윤활 되지 않음)

[그림 14] 대차 현수고리 윤활 상태 (2015.11.25. 부산철도차량정비단)

#### 2.4.5.2 연결기 횡변위

사고화차에는 AAR Type E의 연결기가 화차 앞뒤에 설치되어 있었다. AAR Type E 연결기는 구조상 횡변위(또는 좌우 회전)가 일어나지 않는 형태이나 연결기 생크나 요크 및 키홀 등의 마모로 인해 횡변위가 발생하게 된다. 사고화차 3량의 횡변위를 측정한 결과 15mm~35mm 정도로 나타났고, 연결기 마다 횡변위가 상이한 것이 확인되었다 ([표 12]).

구분	기준치 원형 (제1한도)	9호차		10호차		11호차	
		전위	후위	전위	후위	전위	후위
연결기 높이	880 (860)	865	860	875	870	880	875
연결기 높이 차이	75	-	15	10		-	
연결기 횡변위	없음	15	30	15	35	15	30
너클 가드암 거리	117±3 (130)	128	124	117	124	126	122

[표 12] 연결기 측정결과 (단위: mm)

## 2.4.6 기타 차량 특성

### 2.4.6.1 코일스프링 강성

탈선에 관련된 9호 및 10호차의 외측 코일스프링에 대해 스프링 강성을 측정한 결과 모두 기준치 이내인 것으로 확인되었다.

### 2.4.6.2 차륜 형상 및 치수

탈선에 관련된 9호, 10호 및 11호차의 차륜 형상을 측정한 결과 모두 원형에 가까운 형상을 유지하고 있는 것을 확인하였다. 또한 플랜지 높이 등의 차륜 치수도 모두 기준을 만족하는 것으로 확인되었다.

### 2.4.6.3 베어링 상태

탈선화차의 베어링을 육안으로 확인한 결과 누유, 오일씼 이탈, 엔드캡 볼트 이완 등의 특이점은 발견되지 않았다.

## 2.5 선로관리의 적정성 검토

### 2.5.1 궤도틀림 검측 결과

사고발생 직후인 2015.8.19. [그림 15]와 같은 트롤리 형태의 선형검측기로 탈선지점 전후의 궤도틀림<sup>12)</sup>을 측정하였으며 그 결과는 [표 13] 및 [그림 16]과 같다.



[그림 15] 궤도틀림 측정 장면 (선형검측기)

[표 13]에서 볼 수 있듯이 선형검측기로 측정한 궤간틀림<sup>13)</sup>, 방향틀림<sup>14)</sup> 및 고저틀림<sup>15)</sup>은 『선로유지관리 지침』의 보수기준 이내에 있었으나 뒤틀림<sup>16)</sup>은 보수기준에 근접해 있었으며, 수평틀림<sup>17)</sup>은 보수기준을 넘는 것으로 측정되었다. 보수기준을 초과하는 수평틀림은 탈선지점 전후의 뒤틀림에 영

12) 궤도틀림(Track irregularity) : 궤도의 궤간, 수평, 방향, 고저, 뒤틀림 등이 규정된 치수를 벗어난 상태를 말하며, 이는 열차의 반복하중에 의해 변형이 발생하고, 차량 주행의 안전성과 승차감에 직결되는 중요 관리항목임.

13) 궤간틀림 : 양쪽 레일의 안쪽 간 거리 중 가장 짧은 거리를 말하며, 레일의 윗면으로부터 14mm 아래 지점을 기준으로 함.

14) 방향틀림 : 궤간 측정선에 있어서의 레일 길이방향의 좌·우 굴곡차이

15) 고저틀림 : 궤간 측정선에 있어서의 레일 길이방향의 높이차이

16) 뒤틀림(twist) : 궤도의 평면에 대한 뒤틀어진 상태를 말하며 일정한 거리(일반철도의 경우 5m)의 2점에 대한 수평틀림의 차이

17) 수평틀림 : 레일의 직각방향에 있어서의 좌·우 레일면의 높이차이



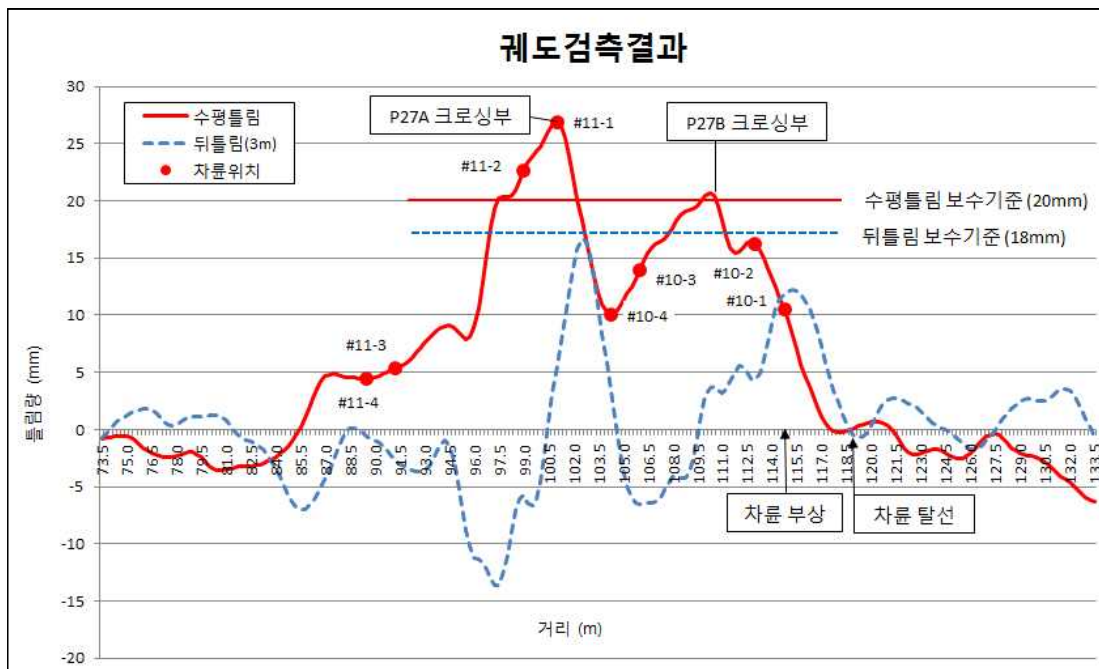
향을 준 것으로 분석되었다.

[표 13]과 [그림 16]은 중량 30kg 정도의 선형검측기를 사용하여 측정(정적)한 결과이며 이 경우 실제 열차의 중량에 의해 발생하는 궤도의 틀림이 반영되지 않는다.

(단위: mm)

구 분	보수단계		측정치
	보수기준	속도제한기준	
궤간틀림	+30~-5	+35~-11	19.1
수평틀림	20	-	26.7
방향틀림	18	23(10km/h)	10.1
고저틀림	21	28(10km/h)	11.5
뒤틀림	18	22(10km/h)	16.7

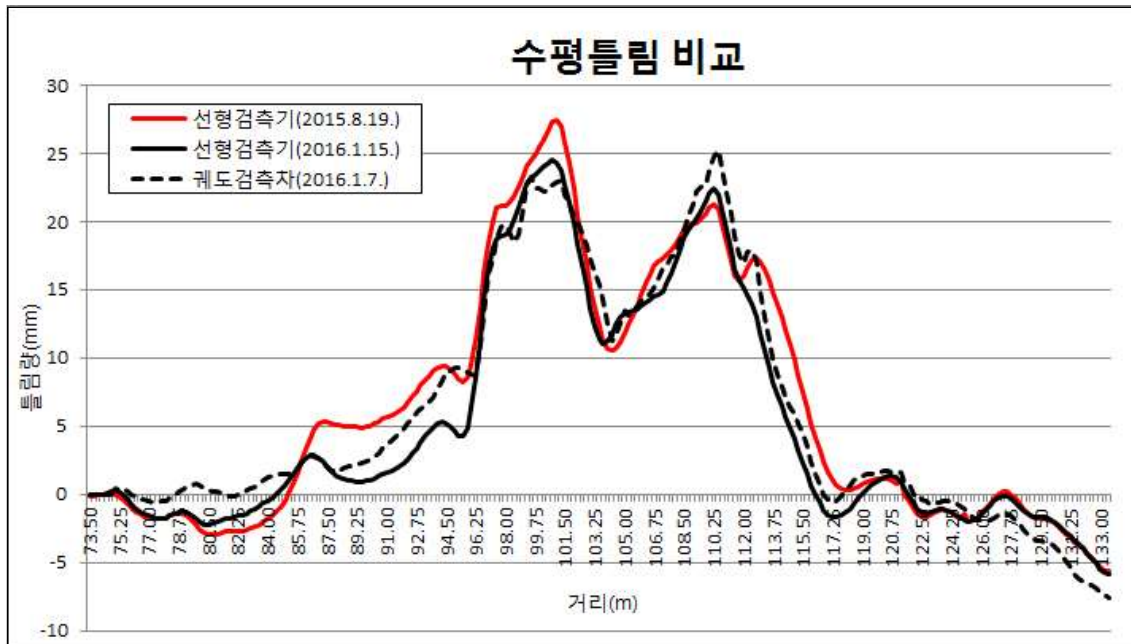
[표 13] 일반철도 선형관리기준 및 검측결과 (선형검측기)



[그림 16] 탈선지점의 궤도검측결과 (선형검측기)

## 2.5.2 궤도 틀림량 측정 장비에 따른 측정결과의 차이

궤도틀림 측정 장비에 따른 측정결과의 차이를 확인하기 위하여 [그림 17]에서 사고발생 직후인 2015.8.19. 선형검측기로 측정한 결과와 2016.1.8. 선형검측기와 궤도검측차로 측정한 수평틀림의 결과를 비교하였다.



[그림17] 측정 장비 별 궤도검측결과의 비교 (수평틀림)

[그림 17]에서 볼 수 있듯이 동종의 선형검측기로 사고 직후인 2015.8.19.과 6개월이 지난 2016.1.15.에 측정한 수평틀림은 사고 이후에 실시한 해당 구간의 보수작업에 따라 수평틀림이 개선된 것을 확인할 수 있었다. 그런데 동일 시기인 2016.1.7.에 측정한 궤도검측차(동적)와 2016.1.15. 측정한 선형검측기 결과(정적)에 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

궤도검측에 관한 규격인 EN 13848-2<sup>18)</sup>에서는 윤중 2.5톤 이상을 가한 상태에서 궤도틀림을 측정(동적)하도록 규정하고 있으나 『선로유지관리 지침』 [별표7] [가]항에는 제9조(궤도틀림의 관리기준) ①항에 따라 정한 일반철도 선형관리기준에는 정적 또는 동적 측정 방법에 대한 특성을 고려하지 않고 있다.

18) EN 13848-2(Measuring systems - Track recording vehicles)

그러나 일본의 경우에는 아래 [표 14]와 같이 궤도정비 지침에 고속궤도검측차와 같은 동적 측정치와 정적 측정치에 대한 기준을 달리하고 있다.

구분	≥120km/h	>95km/h	>85km/h	>45km/h	45km/h≥
궤간틀림	<ul style="list-style-type: none"><li>• 직선 및 곡선반경이 600m &gt; 인 곡선 20(14)</li><li>• 600m≥곡선반경≥ 200m 인 곡선 25(19)</li><li>• 200m&gt;곡선반경 인 곡선 20(14)</li></ul>				
수평틀림	뒤틀림값을 고려하여 정비 시행				
고저틀림	23(15)	25(17)	27(19)	30(22)	32(24)
방향틀림	23(15)	25(17)	27(19)	30(22)	32(24)
뒤틀림	23(18)(칸트의 체감량 포함)				
<p>&lt;비고&gt; (1) 수치는 고속궤도검측차에 의한 측정값. ()는 정적으로 측정한 값</p> <p>(2) 뒤틀림은 5m당 수평틀림 변화량</p> <p>(3) 곡선부에서 슬랙, 칸트 및 중거는 반영하지 않음</p>					

[표 14] 일본 일반철도의 궤도정비기준(궤도정비지침 제44조)

또한 부산교통공사의 『궤도정비 기준』을 보면 인력검측(정적)과 궤도검측차 검측(동적)으로 나누어 정하고 있다 ([표 15]).

구분	인력검측	궤도검측차
궤간	+10mm, -2mm	+15mm, -3mm(자갈도상), -4mm(콘크리트도상)
수평틀림	본선 7mm, 측선 9mm	13mm
고저틀림	본선 : 직선 연장 10m에 대하여 7mm 측선 : 직선 연장 10m에 대하여 9mm	16mm
방향틀림	본선 : 직선 연장 10m에 대하여 5mm 측선 : 직선 연장 10m에 대하여 7mm	16mm
뒤틀림	-	콘크리트도상 13mm 자갈도상 15mm

[표 15] 부산교통공사의 궤도정비기준

따라서 선로유지관리지침의 일반철도 선형관리기준을 궤도검측차, 선형검측기 및 수동 검측기(수평기) 등의 측정 장비로 측정한 값을 구분하지 않고 적용하여도 안전 확보에 문제가 없는 지 검토가 필요하며 만약 안전 확보에 문제가 있다면 일본의 일반철도나 부산교통공사와 같이 동적과 정적으로 선형관리기준을 마련할 필요가 있다.

### 2.5.3 분기기 점검 주기 및 점검 항목

분기기점검은 『선로유지관리 지침』 제187조(분기기점검)에 일반점검과 정밀점검, 기능점검으로 구분되어 있으며 일반점검은 본선 및 이에 부대하는 분기기인 경우 년 1회 이상, 정밀 점검인 경우에도 년 1회 이상 시행토록 되어 있으나 점검항목에 대하여는 일반 및 정밀점검 모두 고속철도 및 연결선 고속분기기에 대하여만 명시되어 있고 일반철도에 대하여는 누락되어 있는 상태이며 일반 및 정밀점검을 시행하지 않고 있는 실정이다.

『선로유지관리 지침』 제177조(인력점검)에 일반철도의 경우 본선 및 측선 분기기에 대하여 반기 1회 이상 분기기 틀림점검을 시행토록 되어 있다. 사고 발생개소인 선로전환기 27A 및 27B에 대하여 ‘15.03.16.과 ‘15.06.12. 두 차례에 걸쳐 점검하였으나 『선로유지관리 지침』 제177조에 의거 편개분기기에 적용하는 분기기 검측기록부를 사용하고 있어 실제 부설된 시저스분기기<sup>20)</sup> 내의 K자 크로싱<sup>21)</sup>부분 등이 누락되어 있었다([그림 18]). 따라서 시저스분기기와 같이 특수분기기인 경우 구조특성을 반영한 검측기록부 마련이 필요하다.

20) 시저스분기기(scissors crossover): 2조의 건넘선을 교차하여 배치한 분기기

21) K자 크로싱: 시저스분기기에서 건넘선이 교차되는 곳에 설치되는 K자 모양의 크로싱

분기기 검측 기록부[10-1]				
분기종류	WT 60kg 탄성 #8		검측일자	2015년 6월 12일
분기번호	부전역구내	P-118호	분기기방향	(좌,우) 분기기

레일 수평 측정			
NO	기준치	실측치	수평
1	1441 (10, -2)	1445	1
2	1445 (3, -2)	1447	2
3	1435 (10, -2)	1436	0
3'	1445 (10, -2)	1450	1
4'	1445 (10, -2)	1447	0
5	1435 (10, -2)	1436	2
5'	1445 (10, -2)	1449	-1
6'	1445 (10, -2)	1450	-2
7	1435 (3, -2)	1436	0
7'	1435 (3, -2)	1436	-1
8	-		
8'	-		
9	-		
9'	-		
10	1435 (3, -2)	1437	-1
10'	1435 (3, -2)	1436	-2

백게이지 측정		
NO	기준치	실측치
8	1393±3	1374
8'	1393±3	1374

방향·고저 측정		
NO	방향	고저
2	3	0
5	1	-1
5'	-1	-2
9	0	-1

목리드 종가 측정		
NO	기준치	실측치
A(1/4)	58	59
B(1/2)	77	78
C(3/4)	58	59

5. 가드레일 간격 측정 (우레일위)		
기준치	실측치	비고
42±3	42	42

침목 상태		도상보충상태	
양호		양호	

[그림 18] 편개 분기기용 점검기록부

#### 2.5.4 시저스분기기의 유지보수 방안 및 분기 침목 이음상태

[그림 16]의 레도검측결과를 보면 선로전환기 27A와 27B의 크로싱부에서 수평틀림이 크고 열차진행방향 우측레일이 높은 것을 알 수 있다. 이는 가야선과 동해남부선간의 높이 차에 의한 것과 시저스분기기에 대한 다짐이 적정치 않게 되어 발생한 것으로 추정된다. 실제 한국철도공사 보유장비로 시저스분기기의 본선부분만 다짐작업이 가능하고 건널선 부분에 대한 다짐은 장비의 작업범위가 제한되기 때문에 작업이 곤란하여 정밀한 선형관리가 곤란한 실정이다. 따라서 시저스분기기와 같이 특수분기기를 설치할 때에는 유지보수 방안을 강구한 다음, 특수분기기 설치를 결정하여야 한다.

또한 분기기를 현장에 부설 하는 경우 크로싱부에서는 긴 침목이 필요하며 이러한 경우 침목을 이어서 긴 침목으로 만들어 사용하게 되는데 그 방



법은 『선로용품도』(한국철도시설공단 ‘2009.09. 제정)에 명시하고 있으며 이음부를 서로 엇갈리게 배치하고 이음부에도 침목 상·하면에 철판을 대고 볼트로 고정토록 되어 있다. 그러나 사고발생개소의 선로전환기의 침목 이음부를 보면 [그림 19]와 같이 철판이 아닌 레일 하부를 지지하는 용도로 만들어진 베이스플레이트를 침목 상면에만 사용하고 있고 고정방법은 나사스파이크를 사용하고 있어 이음부의 고정이 견고하지 않다. 또한 이음부를 연속으로 동일개소에 배치하여 이음부의 변형이 발생되고 이로 인해 궤도틀림이 증가 요인으로 작용한다고 볼 수 있다.



<사고현장의 침목 이음부>



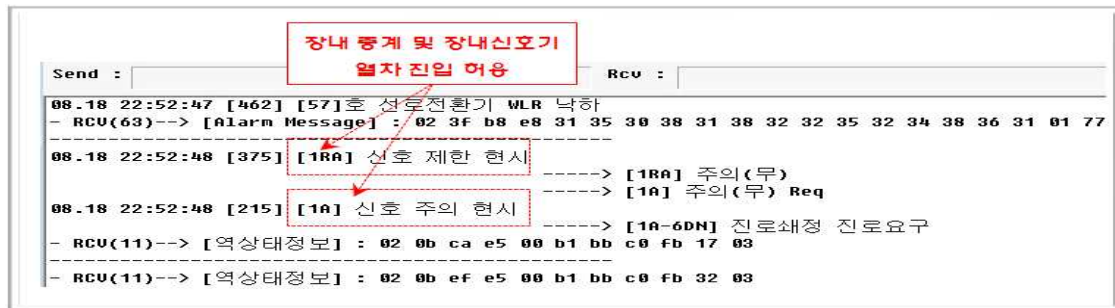
<표준도면에 명시된 침목 이음부>

[그림 19] 선로전환기 27A/B의 침목이음상태

## 2.6 전자연동장치 및 현장 신호설비 동작 분석

탈선사고 원인 분석을 위해 전자연동장치 프로그램 처리기록 정보(Log-file)를 이용하여 탈선사고 당시의 상황을 분석하였다.

[그림 20]의 전자연동장치 프로그램 처리기록 정보와 같이 사고열차를 부전역 6번 정거장으로 진입시키기 위해 장내 중계(1RA) 및 장내신호기(1A)는 진행 신호를 지시(22:52:48, 실제시간 22:54경)하였다. 열차의 이동 진로를 변경하여 주는 관계 선로전환기(21A/B, 22A/B, 23A/B, 27A/B, 31)는 모두 어떠한 전기적, 물리적 충격에도 동작하지 않도록 잠가놓은 상태로 안전한 열차 운행 진로를 제공하였다.



[그림 20] 전자연동장치의 진로 및 신호 처리 메시지

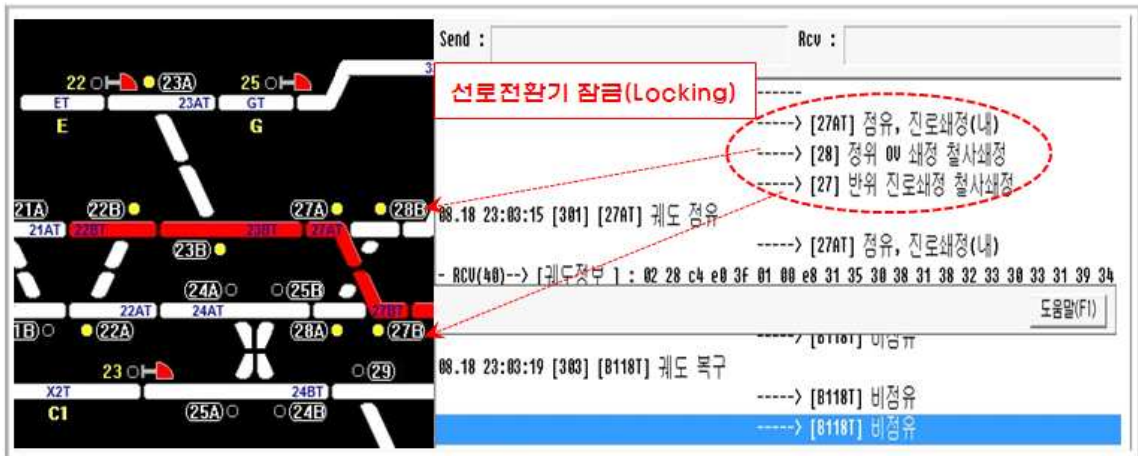
[그림 21]과 같이 장내신호기 진행 신호에 의해 사고열차는 신호기 안쪽으로 진입(23:02:00, 실제시간 23:04경)하면서 장내신호기는 첫 번째 궤도회로(XT) 점유에 따라 정지 신호를 출력하였으며, 열차가 운행하는 진로의 모든 궤도회로 및 선로전환기는 안전하게 잠가져 있는 상태를 유지하였다.



[그림 21] 사고열차 운행진로 신호기 및 궤도회로 상태

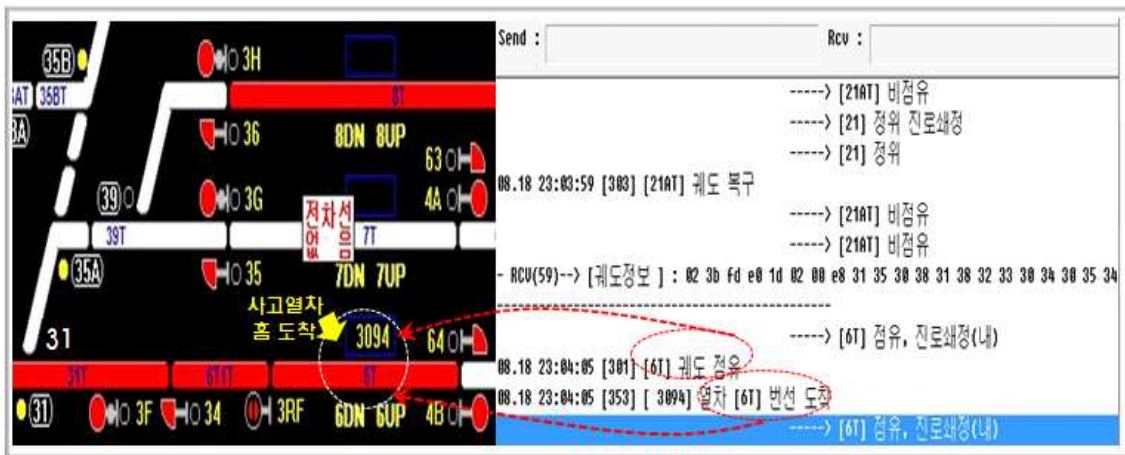


[그림 22]와 같이 사고열차는 계속 운행하여 27A호 선로전환기와 27B호 선로전환기를 포함한 궤도회로 통과(23:03:15, 실제시간 23:04경) 중 탈선하였으나 전자연동장치는 열차 운행진로에 궤도회로를 포함한 선로전환기를 모두 잠가놓은 상태를 유지하였다.



[그림 22] 사고열차 운행진로 선로전환기 잠금 상태

[그림 23]과 같이 사고열차는 27B호 선로전환기 진입 전 진행방향 우측으로 최초 탈선하여 탈선된 상태로 계속 이동하여 부전역 6번 선에 도착(23:04:05, 실제시간 23:06경)하였다.



[그림 23] 사고열차 6번선 도착 및 신호 처리 상태 메시지

사고열차는 탈선된 상태로 6번 홈으로 운행하는 과정에서 탈선된 차륜에 의해 [그림 24]와 같이 31호 선로전환기에 연결된 기본 레일과 침단 레일의 밀착 상태가 양호하지 못할 경우 정지신호 현시 및 열차운행을 중지시키는 밀착검지기와 선로전환기 침단 레일의 간격 및 잠금 상태를 유지시키는 부품(기역쇠)을 파손시켰다.



[그림 24] 선로전환기 기역쇠 및 밀착검지기 손상 상태

전자연동장치는 사고열차를 출발시키기 위해 [그림 25]와 같이 4번 신호기에 진행 현시(23:15:30, 실제시간 23:17경)를 하였고 어떠한 전기적, 기계적 충격에도 오동작하지 않고 안전한 진로를 제공하도록 관계 진로를 잠가 놓은 상태였다.



[그림 25] 4번 신호기 진행현시 및 관계진로 잠금 메시지

## 2.7 종합분석

중량분포가 기준치를 초과하며 윤중감소율이 큰 특성을 가진 최초 탈선화차(10호차)의 후위 대차가 분기기 내의 S곡선상에서 궤도 뒤틀림이 보수기준에 근접하는 레일 이음매 부위를 통과하는 순간 탈선화차의 첫 번째 우측 차륜이 레일을 타고올라 최초로 탈선이 발생한 것으로 분석되었다.

사고열차는 10호차의 전위 대차가 탈선한 채로 부전역에 도착한 후 다시 출발하던 중 탈선한 차륜이 선로전환기의 크로싱에 부딪히면서 9호차의 후위 대차가 탈선하였으며 이때 9호차와 10호차의 연결기가 분리되면서 공기호스가 빠져나와 비상제동이 체결되어 정차하였다.

궤도검측에 관한 규격인 EN 13848-2에서는 윤중 2.5톤 이상을 가한 상태에서 궤도틀림을 측정(동적)하도록 규정하고 있으나 선로유지관리지침의 일반철도 선형관리기준에는 정적 또는 동적 측정 방법에 대한 특성을 고려하지 않고 있다. 따라서 선로유지관리지침의 일반철도 선형관리기준을 정적 또는 동적으로 측정한 값을 구분하지 않고 적용하여도 안전 확보가 되는 지에 대한 검토가 필요하며 만약 안전 확보가 되지 않는다면 측정장비 별로 선형관리기준 마련이 필요하다.

### 3. 결론(Conclusions)

#### 3.1 조사결과(Findings)

3.1.1 사고화차의 검수기록을 분석한 결과 사고 당시 운행시점에서 회기 지연 및 주행거리 초과는 없었으나 사고 이전 검수 시 검수간 운행거리를 초과한 사실이 발견되었다.

3.1.2 사고열차의 운행정보기록에 의하면 기관사는 사고 후 정차 시까지 제한속도를 초과하거나 규정을 위배하는 운전취급을 하지 않은 것으로 확인 되었으며 최종 정차할 때 까지 탈선사실은 인지하지 못한 것으로 조사되었다. 또한 부전역 로컬관제원의 운전취급에서도 특이사항은 발견되지 않았다.

3.1.3 사고열차는 부전역 도착 전 10호차의 전위 대차가 먼저 탈선하였고, 부전역을 출발하던 중 9호차의 후위 대차가 탈선하였다. 탈선한 9번째 화차와 10번째 화차는 차간 연결기가 분리되어 공기호스가 빠지면서 비상정차 하였다.

3.1.4 최초 탈선 화차인 10호차의 세 번째 차축이 레일 이음매를 통과할 때 레일 이음매 부위가 아래 방향으로 처졌고, 이 영향으로 좌곡선의 완화곡선상에 있던 첫 번째 오른쪽 차륜의 윤증이 감소하며 타고오름이 발생하였다.

3.1.5 차량특성시험을 통해 윤증감소율과 회전저항은 기준치를 만족하는 것으로 나타났으나 최초 탈선차량인 10호차의 오른쪽 첫 번째 차륜의 윤증감소율은 기준치에 근접하고, 유사 차량인 9호차의 오른쪽 첫 번째 차륜에 비해 윤증감소율이 큰 것을 확인하였다.

3.1.6 정적 윤증비 시험 결과 9호차의 모든 차축, 10호차의 두 개 차축, 11호

차의 세 개 차축에서 기준치를 초과하는 것으로 확인되었다. 좌우 윤증비는 기준치를 만족하였다. 또한 축상고 측정 결과 9호차는 8개의 축상 중 4개, 10호차는 8개의 축상 중 3개, 11호차는 8개의 축상 모두가 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

3.1.7 차체와 대차를 분해하여 상세 조사한 결과 현수고리의 내측이 전혀 윤활이 되지 않은 것이 확인되었다. 이 경우 스프링의 변형이 자유롭지 않게 되어 스프링과 댐퍼의 기능이 저하될 가능성이 있다.

3.1.8 사고화차 연결기의 횡변위를 측정한 결과 연결기 마다 횡변위가 상이한 것이 발견되었다.

3.1.9 코일스프링 강성은 모두 기준치 이내였으며 차륜 형상은 모두 원형에 가까운 형상을 유지하고 있었고 차륜 치수는 모두 기준을 만족하고 있었다. 또한 탈선화차의 베어링에서는 특이사항은 발견되지 않았다.

3.1.10 선형검측기로 측정한 최초 탈선지점 전후의 궤간, 방향, 고저틀림은 『선로유지관리 지침』의 보수기준 이내였으나 궤도 뒤틀림이 보수기준에 근접하고 수평틀림이 보수기준을 초과하고 있다.

3.1.11 궤도틀림 측정에 관한 규격인 EN 13848-2에서 규정하는 대로 윤중 2.5톤 이상을 가한 상태에서 궤도틀림량을 측정한 동적 결과와 트롤리 형태의 선형검측기로 측정한 정적 결과에는 차이가 있음을 확인하였다. 따라서 선로유지관리지침의 일반철도 선형관리기준을 궤도검측차, 선형검측기 및 수동 검측기(수평기) 등의 측정 장비로 측정한 값을 구분하지 않고 적용하여도 안전 확보에 문제가 없는 지 검토가 필요하며 만약 안전 확보에 문제가 있다면 일본의 일반철도나 부산교통공사와 같이 동적과 정적으로 선형관리기준을 마련할 필요가 있다.

3.1.12 『선로유지관리 지침』 제187조에는 일반 및 정밀점검은 고속철도 및

연결선 고속분기기에 대하여만 명시되어 있고, 일반철도에 대하여는 누락되어 있는 상태이며, 따라서 일반철도에 대한 일반 및 정밀점검을 시행하지 않고 있었다.

3.1.13 시저스분기기와 같은 특수분기기인 경우 유지보수 시 다짐장비에 의한 선형관리가 어렵고 S자형의 선형으로 급곡선 및 이음매부, 결선부가 많아 열차 주행 시 취약한 구조이므로 가능한 설치를 피하고 부득이 설치할 경우에는 선형관리가 가능한 다짐장비를 배치하고 분기기 중량화 또는 콘크리트궤도 적용을 통한 궤도강성 증대 등의 방안을 적용할 필요가 있다.

3.1.14 부전역 구내의 가야 방향에 설치된 시저스분기기에 대한 유지보수 및 점검 등을 효율적으로 관리하기 위해서는 관련기준을 정비하고 시저스분기기와 같은 특수 분기기에 적합한 검측기록부 마련이 필요한 것으로 판단되었다.

3.1.15 부전역의 가야 방향에 설치된 특수형 시저스분기기는 분기침목 길이 확보를 위해 2개의 침목을 이음하게 되는데 이음부에서 변형이 일어나지 않도록 견고하게 고정시키는 방법을 분기기 표준도와 같이 개선할 필요가 있고 침목 부식에 의한 변형을 예방하기 위해 목침목으로 부설된 것을 콘크리트침목으로 개량할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

3.1.16 선로전환기 27A, 27B, 28A, 28B는 변형된 시저스분기기로 빈번한 입환 및 열차운행 횟수 증가로 인해 열차운행 시 횡압의 영향으로 레일에 편마모가 발생되고 동 개소에서 유사사고가 발생된 것을 고려하면 장기적인 측면에서 개량하는 방안을 적극 강구할 필요가 있다.

3.1.17 열차 및 신호 진로를 제어하는 전자연동장치와 열차의 운행 방향을 변경하여주는 현장 선로전환기, 열차의 진입 및 진출을 지시하는 신호기는 정상 동작하였다.

### 3.2 사고원인(Causes)

항공·철도사고조사위원회는 이번 사고의 원인을 중량분포가 기준치를 초과하는 열차가 궤도 뒤틀림이 보수기준에 근접한 곳을 운행하여 탈선이 발생한 것으로 결정하였다.

또한 이번 사고의 기여요인을 분기기내 레일 이음매부에서의 처짐이 큰 것, 일반철도에 대한 일반 및 정밀점검을 시행하지 않은 것, 특수 분기기에 적합한 점검이 이루어지지 않은 것, 사고화차의 윤중감소율이 큰 것, 축상고가 기준치를 초과한 것 및 현수고리 내측이 윤회되지 않은 것으로 결정하였다.



#### 4. 안전권고(Safety Recommendations)

항공·철도사고조사위원회는 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제26조에 따라 2015년 8월 18일 동해남부선 부전역 구내에서 발생한 화물열차 탈선사고에 대하여 다음과 같이 권고한다.

##### 4.1 한국철도공사에 대하여

4.1.1 사고열차가 1차로 탈선한 이후 부전역에 도착하여 다시 출발한 후 2차 탈선이 발생한 것을 감안하여 정거장 진출입시 열차의 상태를 확인하는 등의 제도를 보완하고 안전장치의 개발로 탈선 즉시 탈선사실을 인지할 수 있는 방안을 강구할 것

4.1.2 사고에 관련된 화차를 분해검사한 결과 축상고가 기준치를 초과하는 등의 문제가 발견된 바 현재 정해진 검수주기가 적정한지 검토하고, 실질적인 검수가 될 수 있도록 구체적인 검수방안을 마련하고 각종 측정치 등의 검사결과를 보관할 것

4.1.3 사고화차인 9호차 및 10호차의 검수이력에서 주행거리를 기준보다 초과한 상태에서 화차검수를 시행한 점을 감안하여 화차의 검수간 주행거리 기준을 초과하지 않도록 대책을 수립, 시행할 것

4.1.4 사고열차의 9호차, 10호차 및 11호차의 중량분포 시험결과 총 12개 차축 중 9개 차축에서 정적 윤중비가 기준치를 초과하고 있는 점을 감안하여 현재 운용중인 화차의 중량분포 실태를 파악하고 철도안전법의 철도차량 기술기준에서 정한 기준치를 초과하는 차량에 대한 대책을 수립, 시행할 것

4.1.5 축상고 측정 결과 9호차는 8개의 축상 중 4개, 10호차는 8개의 축상 중 3개, 11호차는 8개의 축상 모두가 기준치를 초과하고 있는 점을 감안하여 현재 운용중인 화차의 축상고 실태를 파악하고 기준치를 초과하는

차량에 대한 대책을 수립, 시행할 것

4.1.6 사고열차의 분해검사 시 안쪽 현수고리에 윤활이 되어 있지 않은 것이 발견되었고 이 경우 스프링의 변형이 자유롭지 않게 되어 스프링과 댐퍼의 기능이 저하될 가능성이 있는 것을 감안하여 안쪽 현수고리가 윤활대상에 포함되도록 관련 지침서를 개정할 것

4.1.7 시저스분기기에 대한 다짐작업이 이루어지지 않고 있는 점 등을 감안하여, 시저스분기기에 대하여 선형 및 유지관리 실태(다짐방법 등)를 파악하고 적정 관리방안을 마련할 것

4.1.8 분기부에 사용하고 있는 침목이 목침목인 경우 이음부의 위치가 집중배치 되지 않도록 하고 침목 이음부에 변형이 생기지 않도록 구조를 개선할 것

## 4.2 한국철도시설공단에 대하여

4.2.1 일반철도에 적용하고 있는 선형관리기준을 궤도검측차와 같이 동적으로 측정했을 경우와 트롤리와 같이 정적인 방법으로 측정했을 경우를 구분하지 않고 동일하게 『선로유지관리 지침』 제8조 별표7의 궤도틀림 항목별 기준치를 적용할 경우 안전을 확보할 수 있는지를 검토하고 만약 안전 확보에 문제가 있을 경우 정적과 동적으로 나누어 기준을 마련할 것

4.2.2 『선로유지관리 지침』에서 점검항목에 대하여는 일반 및 정밀점검 모두 고속철도 및 연결선 고속분기기에 대하여만 명시되어 있고 일반철도에 대하여는 누락되어 있는 상태이며 일반 및 정밀점검을 시행하지 않고 있는 실정을 감안하여 일반철도 분기기에 대한 일반 및 정밀점검항목을 『선로유지관리 지침』에 포함하도록 보완할 것

- 4.2.3 일반철도 분기기에 대하여 전체 선형에 대한 궤도틀림을 확인할 수 있도록 『선로유지관리 지침』 제176조(궤도검측차점검)에 반영하거나 제 177조(인력점검)에 선형검측기에 의한 검측을 주기적으로 시행토록 할 것
- 4.2.4 시저스분기기와 같은 특수분기기에서 사고가 많이 발생하고 있으므로 사고를 근본적으로 예방하기 위해서는 시저스분기기와 같은 특수분기기를 설치하지 않도록 규정 등을 보완하고 부득이 필요한 경우 열차 주행 및 유지보수 측면에 대한 보완대책을 수립 후 배선승인하도록 하며 기존의 특수분기기에 대한 개량방안을 강구할 것
- 4.2.5 시저스분기기에 대한 검측기록부가 마련되어있지 않아 편개분기기에 적용하는 검측기록부를 사용하고 있어 K자 크로싱 부분 등의 검사 방법 및 기록이 부족한 바 시저스분기기와 같은 특수분기기에 대한 검사 방법 및 검사기록 방안을 『선로유지관리 지침』에 마련할 것