

# 철도사고조사보고서

한국철도공사

울산항선(울산항역→태화강역)

매암건설목(태화강역 기점 3.776km)

태화강역 제3300화물열차(DL7560 + 화차20량)

사상사고

2013년 11월 6일(수) 15시 32분경



2014. 3. 17.



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 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.

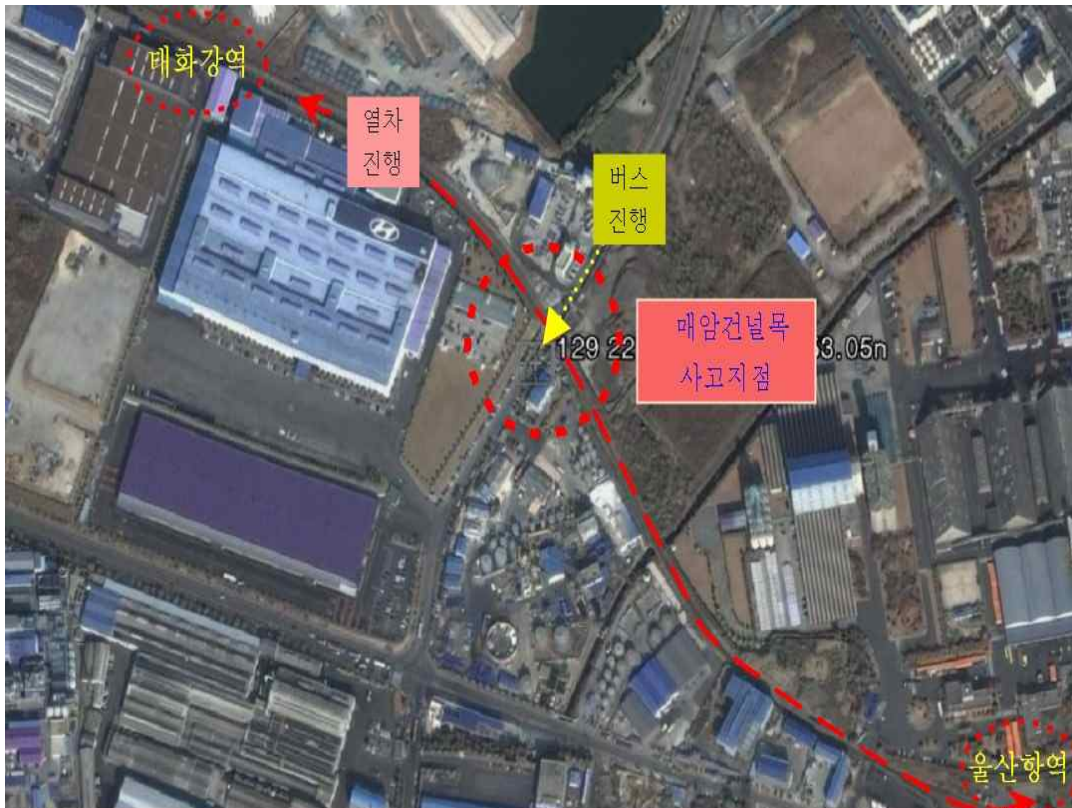
## 차 레

제목 .....	1
개요 .....	2
1. 사실정보 .....	3
1.1 사고경위 .....	3
1.2 피해사항 .....	4
1.2.1 인명피해 .....	4
1.2.2 물적피해 .....	4
1.2.3 기타피해 .....	4
1.3 인적정보 .....	4
1.3.1 기관사 .....	4
1.3.2 부기관사 .....	5
1.3.3 수송원A .....	5
1.3.4 수송원B .....	6
1.4 물적정보 .....	6
1.4.1 차량정보 .....	6
1.4.2 선로시설 정보 .....	8
1.4.3 전기신호통신시설 관련정보 .....	8
1.5 기상정보 .....	12
1.6 현장정보 .....	12
1.7 사고열차의 운행정보 .....	13
1.7.1 화물의 적재현황 .....	13
1.7.2 울산항선 운행현황 .....	13
1.7.3 운행관련 업무수행 사항 .....	14
1.7.4 열차운행정보기록 현황 .....	18
1.8 검수기록 .....	19
1.8.1 철도차량 검수현황 .....	19
1.8.2 선로 검수현황 .....	22

1.8.3 전기, 신호, 통신 등 검수현황 .....	24
1.9 관리정보 .....	27
1.9.1 조직과 규정 .....	27
1.9.2 교육 및 훈련 .....	27
<b>2. 분석 .....</b>	<b>28</b>
2.1 인적사항 분석 .....	28
2.1.1 기관사 .....	28
2.1.2 부기관사 .....	28
2.1.3 수송원 A .....	29
2.1.4 수송원 B .....	29
2.2 물적정보 분석 .....	29
2.2.1 철도차량 .....	29
2.2.2 선로시설 .....	30
2.2.3 전기, 신호, 통신, 건널목차단기 등 관련 .....	31
2.3 관리정보 분석 .....	32
<b>3. 결론 .....</b>	<b>34</b>
3.1. 조사결과 .....	34
3.2. 사고원인 .....	35
3.2.1 사고원인 .....	35
3.2.2 사고의 기여요인 .....	35
<b>4. 안전권고 .....</b>	<b>37</b>
4.1 한국철도공사에 대하여 .....	37

### 한국철도공사 울산항선 매암건널목 사상사고

- 운영기관: 한국철도공사
- 운행노선: 울산항선
- 발생장소: 울산항역 → 태화강역 간 (태화강역 기점 약 3.776km 지점)
- 사고열차: 태화강역 제3300화물열차  
[DL7560 + 화차 20량, 환산 26량(컨테이너 화물차량)]
- 사고유형: 사상사고
- 발생일시: 2013년 11월 6일(수) 15시 32분경



[그림1] 울산항선 매암건널목 주변 운행선로 현황

## 개요

2013년 11월 6일(수) 15시25분경, 한국철도공사 울산항선 울산항역을 출발하여 태화강역 방향으로 운행하던 제3300호 화물열차(이하‘사고열차’이라한다)가 매암건널목을 약160m (열차의 후미(後尾) 기준) 지난, 태화강기점 약 3.271~3.612 km 사이에서 차륜의 공전(Wheel Slip)<sup>1)</sup>으로 일시 정차하였다.

이때 사고열차를 운전하던 디젤전기기관차(DL7560) 기관사는 점착력 부족으로 차륜의 공전이 계속되자 다시 퇴행하여, 속도를 높여 상구배(15/1,000)<sup>2)</sup>를 오르기 위해 수송원A와 무선전화<sup>3)</sup>로 협의한 후 퇴행하였다. 그러나 퇴행으로 사고열차를 무선전화하던 수송원A는 매암건널목(제1종 건널목)에서 건널목차단기를 사전에 차단하지 않고 사고열차를 퇴행시켜, 이곳을 지나던 통학버스와 충돌하였다.

이 사고로 버스에 승차 하였던 승객 13명이 치료 후 귀가 하였으며, 화차 1량, 건널목 차단기 등 철도시설물과 버스가 파손되었다.

항공·철도사고조사위원회는 이 사고가 다음과 같은 원인에 의하여 발생하였다고 결정하였다.

이 사고의 직접원인은 수송원A가 운전취급규정 제72조(건널목 입환 취급)에서 규정한 건널목의 통행차단과 안전조치 등을 실시하지 않고 사고열차를 퇴행시켜 발생하였으며,

기여요인으로는 사고열차가 퇴행 시, 수송원A가 무선으로 요청한 세 번의 “정지”신호를 통화불량으로 기관사가 정확히 듣지 못한 것이다.

1) 열차 출발 또는 가속 시 열차의 견인력이 점착력보다 클 때 차륜이 진행하지 않고 헛도는 현상

2) 15‰ 기울기

3) 휴대무전기를 사용하여 통화를 주고받으며 실시하는 신호방법

## 1. 사실정보

### 1.1 사고경위

2013년 11월 6일(수) 15시25분경, 디젤전기기관차(DL7560호)는 현차20량(환산26량)<sup>4)</sup>의 컨테이너 화물을 싣고 울산항역을 출발하여 태화강역으로 운행을 시작하였다.

비가 온 후라 습도(77.8%)가 높았고, 얽은 안개로 인해 레일의 점착력이 떨어져 디젤전기기관차 차륜이 공전(wheel slip)하면서 화물차량(20량)을 견인하기 어려워지자 태화강역 기점 약 3.271~3.612 km 사이 정차하였다. 이때 기관사와 수송원A는 휴대용무전기로 협의한 후, 퇴행을 결정하였다.

그러나 수송원A는 퇴행 시 건널목 차단기를 수동차단 하는 등 안전조치를 시행하지 않고 사고열차를 퇴행시켜, 매암건널목에 진입하던 통학버스 중간부분이 [그림2]와 같이 충돌하였으며, 13명의 부상자가 발생하고 버스가 파손되었다. 또한 건널목 반대쪽에서 교행하던 트럭이 버스와 충돌하는 사고가 발생하였다.



[그림2] 매암건널목 사고현장 사진

4) 화차의 경우 43.5톤을 기준으로 환산량을 계산 함.

## 1.2. 피해사항

### 1.2.1 인명피해

이 사고로 통학버스 내 승객 37명 중 13명이 경상 치료를 받았으며, 1명은 입원치료를 하였고, 12명은 단순치료 후 귀가하였다. 그리고 트럭운전사 1명도 입원치료를 받았다.

### 1.2.2 물적피해

이 사고는 건널목 방호울타리 1개, 건널목 차단기 1개, 건널목 신호기 축전지함 1개, 거리표 및 구배표 등(선로제표)이 전도되었으며, 사고열차의 제동관과 통학버스의 우측 차체가 크게 파손되었다.

### 1.2.3 기타 피해

기타 피해는 없었다.

## 1.3 인적정보

### 1.3.1 기관사

기관사(남,36세)는 한국철도공사 대구본부 경주기관차승무사업소 소속으로 철도청에 부기관사로 임용('05.3.28)되었으며, 기관사 발령 ('13.2.18)을 받고, 수습교육을 2013년 5월 28일까지 이수하였다. 수습이후 같은 소속에서 기관사로 발령받아 6개월 근무하였다.

기관사는 사고당일 경주기관차승무사업소로 출근하여 지도운용팀장으로부터 '가을철 이상기후에 따른 운전취급'에 대한 교육과 출무점호를 받았으며, 승무적합성검사에서 적합판정을 받았다.



기관사는 교통안전공단으로부터 철도교통안전관리자('08.9.23)와 디젤차량운전면허('12.10.18)를 취득하였고, 운전업무로 인한 상벌사항은 없었다.

### 1.3.2 부기관사

부기관사(남,46세)는 철도청 경주기관차승무사무소 기관조사에 임용('92.6.23)된 이후, 기관사로 임명('02.10.14) 되어 11년 1개월을 근무하였다.

부기관사는 사고당일 경주기관차승무사업소에 출근하여 지도운용팀장으로부터 '가을철 이상기후에 따른 운전취급'에 대한 교육과 출무점호를 받았으며, 승무적합성검사에서 적합판정을 받았다.

부기관사는 교통안전공단으로부터 디젤차량운전면허('06.7.1)를 취득하였고, 운전업무와 관련하여 상벌사항은 없었다.

### 1.3.3 수송원A

수송원A(남,41세)는 철도청 울산역5('02.5.13) 역무원으로 임용되어 남창역('08.9.1), 장생포역('10.7.1), 울산역6('10.10.1)에서 수송담당 역무원으로 근무를 하다 태화강역('12.7.16.) 수송담당 역무원으로 전보되었고, 사고일 까지 근무하였다.

수송원A는 건널목 신호관련 교육('13.10.24)을 받았고, 승무 전(前) 선로횡단과 입환작업 등에 대한 안전교육('13.11.6)을 받았다.

수송원A는 교통안전공단으로부터 철도운송산업기사('06.6.5), 철도교통안전관리자('08.6.30), 한국산업인력공단에서 산업안전기사('08.8.18)를 취득하였으며, 상벌사항으로는 한국철도공사사장표창('07.9.30)을 받았고, 업무로 인한 처벌 사항은 없었다.

5) 현재의 태화강역

6) 현재의 KTX 울산역

### 1.3.4 수송원B

수송원B(남,35세)는 한국철도공사 대구차량사무소('05.4.1~'06.1.1) 차량직으로 근무하였으며, 이 후 차량관리원으로 신규 임용('06.1.2)되어 부산지역본부 대구차량사무소 울산분소에 근무하였다. 그리고 부산지사 울산차량사업소('06.7.1~'09.9.14)와 부산차량사업소('06.01.02~'11.4.3)에서 차량직으로 근무하다가 부산진역 사무영업직('11.04.04)으로 전직하여 태화강역('13.03.04)에 사고일 까지 근무하였다.

수송원B는 건널목신호관련교육('13.10.24)을 받았으며, 승무 전 선로횡단, 입환작업 등에 대한 안전교육('13.11.6)을 받았다. 한국산업인력공단에서 정보처리기사('03.6.9)를 취득하였고, 상벌사항으로는 한국철도공사사장표창('11.12.2)을 받았으며, 업무로 인한 처벌사항은 없었다.

## 1.4 물적정보

### 1.4.1 차량정보

#### 1.4.1.1 디젤전기기관차(DL7560호)의 제원

디젤전기기관차(DL7560)은 현대로템(주)에서 제작('96.11.17) 되었으며, 견인마력은 3,000HP, 최고속도는 105km/h, 차량중량은 132톤이었고, 차량길이는 20.778m, 높이는 4.254m, 폭은 3.130m이다.

#### 1.4.1.2 사고열차의 제원

사고열차는 현대로지엠(주) 소속의 사유화차(975219호)로 자중은 20.2톤 하중은 56.5톤, 속도는 90km/h로 설계되었다. 4륜 1대차로 2개의 대차가 프레임 을 지지하고 있으며, 공기제동방식<sup>7)</sup>으로 답면제동<sup>8)</sup>을 사용하고 1997년 6월 4일 도입되었다.

7) 공기를 이용하여 제동장치를 동작시키는 제동장치

8) 차륜의 답면에 직접 제륜자(Brake Shoe)가 밀착되는 제동방식

화차의 내구연한은 30년인, 평판차 컨테이너(Container)로 3TEU<sup>9)</sup>를 적재할 수 있으며, (주)한진에서 제작되었다. 폭은 2.579m, 높이 1.065m, 길이 19.570m 로 사고열차의 기본조성정보는 [표1]과 같다.

구분	차호	제작 일자	총중량 (TON)	크기/치수 폭*길이*높이	제조사	내역	제한속도 (km/h)
1	975219	1997.06.04	18.2	2530*19310*1150	한진	컨테이너전용 3TEU	90
2	763118	2002.06.26	22.9	2800*16000*1125	디자인리미트	컨테이너겸용 평판차(50톤)	120
3	770020	1992.02.21	22	2579*19570*1065	한진	컨테이너전용 3TEU	110
4	70799	2003.10.29	18.5	2332*13410*1065	성신산업(주)	컨테이너전용 2TEU	120
5	70198	1999.11.25	17.5	2332*13410*1065	한국철도차량 (주)	컨테이너전용 2TEU	120
6	70264	2000.01.13	17.5	2332*13410*1065	한국철도차량 (주)	컨테이너전용 2TEU	120
7	70256	2000.01.13	17.5	2332*13410*1065	한국철도차량 (주)	컨테이너전용 2TEU	120
8	70371	2000.12.27	17.7	2332*13410*1065	디자인리미트	컨테이너전용 2TEU	120
9	70908	2006.11.10	21.4	2332*14610*1065	SLS중공업 (주)	컨테이너전용 2TEU	120
10	70546	2002.09.06	18.5	2332*13410*1065	로템	컨테이너전용 2TEU	120
11	975216	1997.06.04	18.2	2530*19310*1150	한진	컨테이너전용 3TEU	90
12	70517	2002.07.31	18.5	2332*13410*1065	로템	컨테이너전용 2TEU	120
13	975251	1997.06.18	18.2	2530*19310*1150	한진	컨테이너전용 3TEU	90
14	70035	1997.05.26	18.5	2332*13410*1065	현대	컨테이너전용 2TEU	120
15	976605	1995.07.15	20.2	2579*19570*1065	현대	컨테이너전용 3TEU	90
16	76070	2007.11.06	18.1	14610*2332*1065	성신산업	컨테이너전용 2TEU	120
17	976024	1992.12.30	20	2577*19570*1065	대우	컨테이너전용 3TEU	90
18	976044	1994.12.31	20.3	2577*19570*1065	대우	컨테이너전용 3TEU	90
19	970006	1997.12.09	19.5	2332*14410*1065	현대	컨테이너전용 냉동컨테이너	120
20	976604	1995.07.15	20.2	2579*19570*1065	현대	컨테이너전용 3TEU	90

[표1] 사고열차의 기본조성정보

9) Twenty Foot Equivalent Units의 약어로 20ft 컨테이너박스 1개의 단위

1.4.2 선로시설 정보

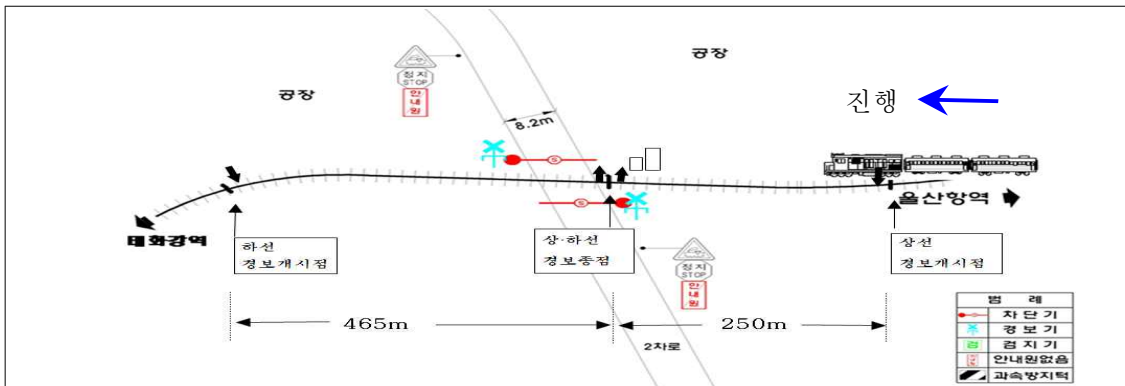
울산항선~태화강역 사고구간의 선로는 표준궤간<sup>10)</sup>으로 PC침목을 사용하고 있다. 사고지점은 곡선부로 R=400m이며, 중점부는 상구배 15/1,000, 최대 캔트는 60mm이다.

1.4.3 전기, 신호, 통신 등 관련정보

1.4.3.1 매암건널목 차단기 동작상태

울산항역에서 태화강역으로 사고열차가 운행 시 매암건널목의 건널목 보안장치 작동상태는 아래와 같으며 사고열차의 운행시간은 (+41초)보정되었다.

① 사고열차가 [그림3]과 같이 울산항역에서 상행 경보시작 지점(250M)에 진입하였다.

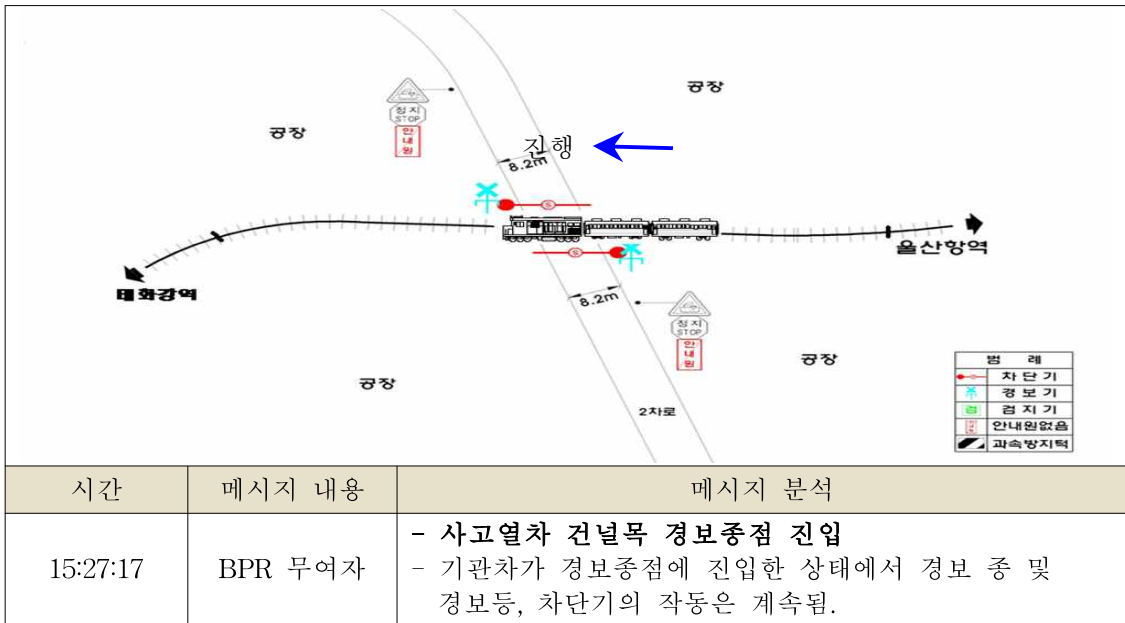


시간	메시지 내용	메시지 분석
15:26:42	APR 무여자	- 사고열차 상선 경보 개시점(250M)에 진입 - 건널목 보안장치시스템 열차검지
15:26:42	R1 무여자	- 경보장치(경보중, 경보등)작동시작 (경보 개시점 진입 즉시)
15:26:42	SLR 여자	
15:26:50	R2 무여자	- 건널목 전동차단기 하강시작(경보개시점 진입 8초 후)
15:26:51	CR5 무여자	- 전동차단기 하강 계속
15:26:56	CR4 여자	- 전동차단기 하강 완료(차단기 하강시작 6초 후)

[그림3] 사고열차가 울산항역에서 상행 경보 개시

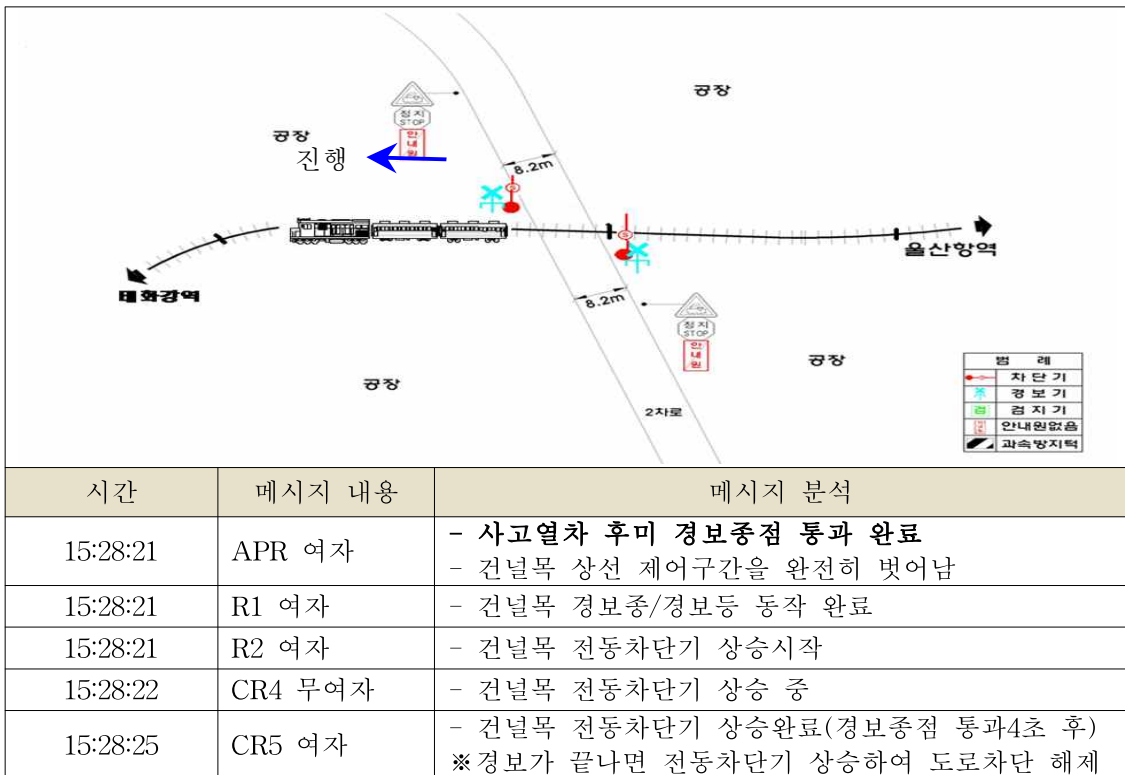
10) 1,435 mm

② 사고열차가 [그림4]와 같이 건널목 경보종점에 진입하였다.



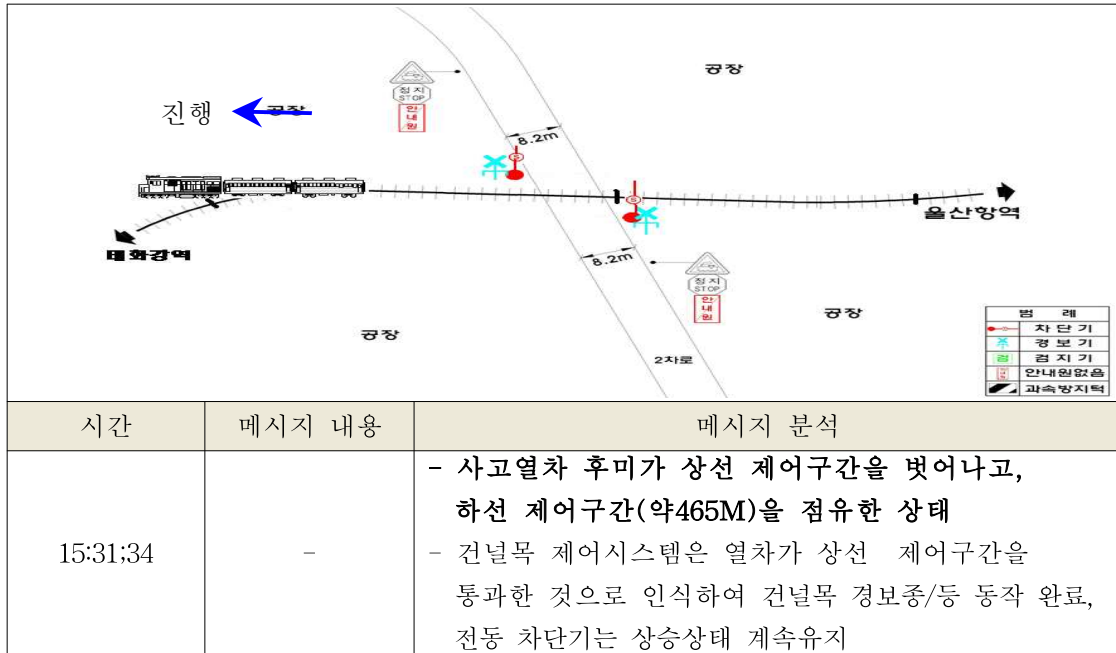
[그림4] 사고열차의 건널목 경보종점 진입

③ 사고열차 끝이 [그림5]와 같이 건널목 경보종점을 통과하였다.



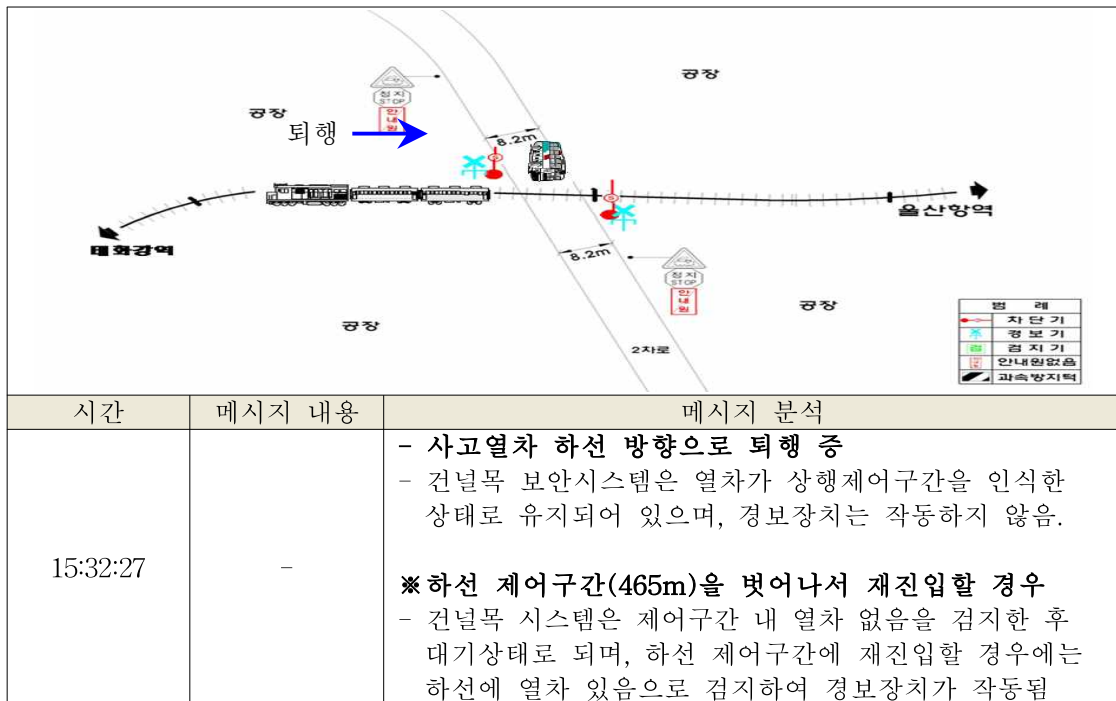
[그림5] 사고열차 끝이 건널목 경보종점 통과

④ 사고열차 끝이 상행 제어구간을 벗어나, [그림6]과 같이 건널목 차단기 제어구간을 점유하였다.



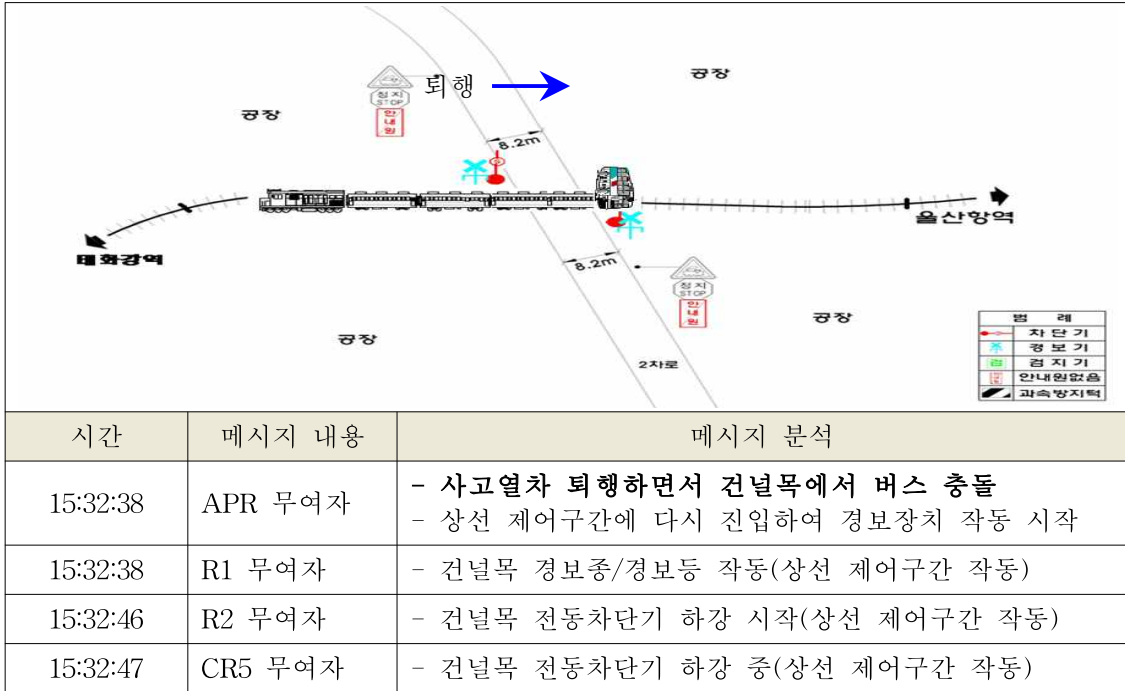
[그림6] 사고열차 끝이 하행 제어구간 점유 (사고열차 정지 상태)

⑤ 사고열차가 하선 방향으로 [그림7]과 같이 퇴행하였다.



[그림7] 사고열차의 하선 방향 퇴행

⑥ 사고열차가 퇴행하여 건널목에서 [그림8]과 같이 버스와 충돌하였다.



[그림8] 사고열차가 건널목에서 버스와 충돌

#### 1.4.3.2 건널목차단기 설치 및 운용

폭 8.5m의 매암건널목은 무인 제1종건널목<sup>11)</sup>으로 도로 폭은 좌측이 8.0m, 우측이 8.2m이며, 도로구배는 1/100 이다.

매암건널목에서 좌우 가시거리는 좌측이 500m 정도이며, 우측은 급곡선으로 100m 정도이다.

매암건널목의 안전설비로는 고장감지장치, 고장표시등, 회전식 경광등, 신호정보분석장치, 방호울타리, 과속방지턱, 미끄럼 방지시설, 반사경, '철도건널목' 표지, '일시정지' 표지, '안내원 없음' 표지 등이 설치되었다.

11) 제1종 건널목: 국토교통부 고시, 철도시설의 기술기준에서 정한 총 교통량(철도교통량×도로교통량) 500,000회 이상 에 해당하는 건널목

1.4.3.3 입환용 휴대무전기 정보

사고현장에서 사용 중인 입환용 휴대무전기는 2012년 7월 10일 납품되어 2013년 2월 19일 지급되었으며, 제작사는 이테크(주), 모델명은 EP-100으로 3대가 지급되었다.

태화강역 입환용 휴대무전기 채널4번을 지정받아 기관사용, 수송원A, 수송원B 가 사용하였으며, 관련사항은 [표2]와 같다.

휴대무전기 번호	휴대자	휴대 무전기 사진
1224499	(1)기관사	
1224487	(2)후부 수송원A	
1224488	(3)전부 수송원B	

[표2] 입환용 휴대무전기 현황

1.5 기상정보

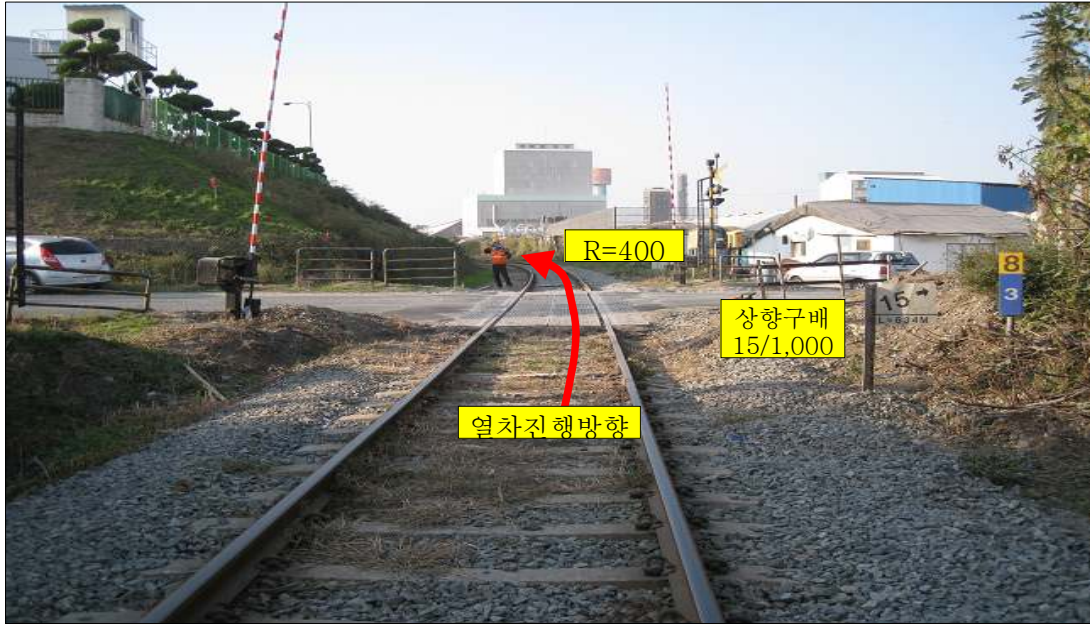
울산기상대에서 11월 6일 발표한 울산지역 기상상태는 평균기온 14℃(8.3℃~20.3℃), 풍속 1.4m/sec, 운량 5.4%, 일일 강수량 0.7mm, 습도는 75.8%, 일조시간은 4시간으로 사고당일 울산항역에서는 비가 왔으나 출발 후에는 비가오지 않은 날씨였다.

1.6 현장정보

사고열차가 울산항역에서 태화강역으로 운행 시 열차의 진행방향 오른쪽에 현대자동차공장이 위치해 있으며, 좌우로 모두 공장이 위치해 있다.

매암건널목은 무인 제1종건널목으로 버스나 화물트럭의 통행량이 많고 도로의 폭은 8.2m, 건널목 8.5m 이며 사고현장은 [그림9]와 같다.





[그림9] 사고발생구간 선로상태

## 1.7 사고열차의 운행정보

### 1.7.1 화물의 적재 현황

울산항역에서 부산신항역(남철송역)으로 운송예정인 사고열차는 컨테이너 화물 768.8톤을 적재하였으며, 총 화차의 자중은 385.6톤, 총 20량(환산 26량)으로 화차1량당 평균 38.5톤의 화물을 적재하였다.

통학버스와 충돌한 사고화차(제975219호)가 적재한 화물중량은 37.8톤으로, 사고 당일 20ft 컨테이너(Container) 2TEU를 적재하고 있었다.

### 1.7.2 울산항선 운행현황

울산항선은 한국철도공사 운전취급세칙 제14조(선로최고속도)에 따라 최고속도는 60km/h 이하이나 건널목이 많고 차륜공전 등으로 도중정차 우려가 있어 영업부 권고사항으로 35km/h 이하의 운전을 시행하고 있으며, 선로에 따른 최고속도는 [표3]과 같다.

선로명	본선				측선		
	고속차량	각종 동차		각종 기관차	기중기	운전허용 동력차	속도
		EMU-180	기타				
장생포선 울산항선 온산선	70	70	70	60	60	각종	25

[표3] 울산항선의 최고속도

열차 또는 차량이 퇴행 시에는 한국철도공사 ‘운전취급규정’ 제83조(각종 속도의 제한)에 따라 제한속도 이하로 운전하여야 하며, ‘운전취급규정’의 각종 속도의 제한은 [표4]와 같다.

속도를 제한하는 사항	속도 (km/h)	예외 사항 및 조치 사항
1. 열차퇴행 운전	25	위험물 수송열차는 15 km/h 이하
가. 관제사 승인이 있는 경우	25	
나. 관제사 승인이 없는 경우	15	전동열차의 정차 위치 조정에 한 함
9. 입환신호기에 의한 열차 출발	45	1) 도중 폐색신호기 없는 구간 : 제외 2) 도중 폐색신호기 있는 구간 : 다음 신호기까지

[표4] 운전취급규정의 각종 속도의 제한

### 1.7.3 운행관련 업무수행 사항

#### 1.7.3.1 기관사

기관사는 한국철도공사 경주기관차승무사업소로 출근(09:46)하여 출무점호와 승무적합성 검사를 실시하여 승무적합 판정을 받았다. 제1771호 무궁화열차에 편승(10:41)하여 태화강역에 도착(11:21경) 후, 휴식을 취하였고, 14시부터 태화강역 구내에서 화차입환 (14:40경)을 실시한 후 단행기관차로 태화강역을 출발하여 울산항역에 도착하였다.

울산항역에 도착한 후 5번선에서 기관차를 분리하고, 4번선에서 화차 20량을 연결하였으며, 제동시험 후 울산항역(15:25경)을 출발하여 태화강역으로 향하였다. 태화강역 기점 약 3.271~3.612 km 사이에서 레일 점착력 부족과 울산항선에 대한 기관사의 경험 부족으로 레일에 살사<sup>12)</sup>를 하였지만 공전이 계속되어 기관사는 사고열차를 정차(15:29경) 시켰다.

이때 차량이 공전으로 정차(15:29경)하자 기관사는 부기관사와 협의 후 자리를 바꾸어 부기관사가 퇴행 운전하였으며, 기관사는 휴대무전기를 받아 부기관사의 업무로 수송원A와 ‘퇴행해도 좋은지’를 협의하였고, 수송원A로부터 “퇴행해도 좋다”라는 무선전호(15:31)를 확인하고 이를 운전하는 부기관사에게 전달하였다.

기관사는 수송원A가 무선전호로 퇴행 시 열차속도의 “절제<sup>13)</sup>”를 요청(15:31)하였으나 이를 인지하지 못하였으며, 약 11초간 수송원A가 보낸 세 번의 “정지” 무선전호도 청취(15:32)하지 못하였다. 이때 수송원B는 “정지”라는 무선전호를 청취하면서 사고열차가 “정지”를 하지 않자 “정지”라는 무선전호를 기관사에게 중계하였고, 이를 듣고 부기관사는 제동을 동작시켰으나 수송원A와의 통화(15:32)에서 이미 사고가 발생하였음을 알게 되었다. 사고 이후 수송원B와 함께 사고현장으로 가서 관계기관에 보고하는 등 수습조치를 하였다.

### 1.7.3.2 부기관사

부기관사는 한국철도공사 경주기관차승무사업소로 출근(09:46)하여 출무점호와 승무적합성 검사를 실시하여 승무적합 판정을 받았다. 제1771호 무궁화열차에 편승(10:41)하여 태화강역에 도착(11:21경) 후, 휴식을 취하였고, 14시부터 태화강역 구내에서 화차입환(14:40경)을 실시한 후 단행기관차로 태화강역을 출발하여 울산항역에 도착하였다.

울산항역에 도착한 후 5번 선에서 기관차를 분리하고 4번선에서 20량을 연

12) 차량의 점착력을 높이기 위해 차량에서 레일위에 뿌리는 모래

13) 남은 거리가 화물열차 세칸정도(약42m)로 속도를 줄여서 접근하라는 무선신호

결하였고, 제동시험 후 태화강역으로 출발(15:25경)했다. 이때 속도는 26km/h로 운행하였으며, 레일의 상태는 상구배(15/1,000)로 비가 온 후 차량이 공전하면서 견인능력이 저하되어 태화강역 기점 약 3.271~3.612 km 사이에서 공전으로 정차하였다. 이때 까지 부기관사는 운전을 하지 않고 무선전호와 전방감시 등 부기관사 업무만 실시하였다.

차량이 공전으로 정차하자 부기관사는 기관사와 운전업무를 바꾸었고(15:30경), 퇴행 운전을 위해, 수송원A와 ‘퇴행해도 좋은지’를 협의했으며, 수송원A로부터 “퇴행해도 좋다”라는 무선전호(15:31)를 확인했다.

부기관사는 견인력은 쓰지 않고 제동가감 만으로 퇴행을 시작(15:31)하였으며, 수송원A로부터 “절제”요청을 무선(15:31)으로 받았으나 이를 인지하지 못하였다. 그리고 약 11초간 수송원A는 “정지”(15:32)를 3회 외쳤으나 기관사와 부기관사는 이를 듣지 못하였고, 운전을 하고 있던 부기관사는 건널목에서 사고가 발생(15:32)한 이후 사고를 인지하였다.

### 1.7.3.3 수송원A

수송원A는 태화강역에 출근(08:50)하여 안전작업계획서에 서명 날인한 후, 10시부터 12시까지 입환취급을 하였다. 14시경 태화강역에서 화차입환을 실시한 후, 태화강역을 출발(14:40경)하여 울산항역에 도착할 때까지 건널목을 지날 때마다 “건널목 양호”라고 전호하면서 업무수행을 하였다.

수송원A는 울산항역 4번선에서 20량을 연결한 후 제동시험을 차량 후부까지 실시하고, ‘제동양호’를 확인하였다. 그리고 울산항역을 출발하였으며, 매암건널목을 약 160m 지난 지점에서 정차할 때까지 무선전호로 업무를 수행하였다. 그리고 사고열차의 정차지점에서 기관사의 ‘퇴행운전’에 동의하여 퇴행하였으며, 당시 휴대용무전기는 4번 채널을 사용하였다.

수송원A는 이후 매암건널목까지는 거리가 멀어 열차를 매암건널목에 가까이 정차시킨 뒤 “자 접근하세요. 후부로” 라고 말하며 부기관사에게 ‘퇴행’(15:31)에 대한 무선전호를 실시하였다.

퇴행 중 건널목이 가까워지자 수송원A는 “300! 절제”라고 전호(15:31) 하였으며, 3회 “정지” 신호를 기관사에게 보냈으나 사고열차는 계속 진행하였다. 이때 수송원A는 다급하게 “정지”를 외쳤으나 기관사는 “정지”신호에 대한 반응이 없었고 수송원B가 “정지”를 중계하자 무선전호로 “300! 뭐 후부에 이상 있어요?” 라고 기관사가 응답(15:32)을 하였다.

수송원A는 이때 “300! 정지! 정지! 300, 빨리 나오세요”라고 기관사와 부기관사에게 통보하였으며, 이때는 이미 매암건널목을 지나던 통학버스와 사고열차는 충돌한 상태였다.

수송원A는 20량째 화차가 통학버스의 중간 부분과 충돌하면서 통학버스의 방향이 울산항역 방향으로 틀어져 5m정도 회전되는 것을 목격하였고, 사고 후 119로 구조요청을 하였으며, 통학버스에서 부상자가 나오는 것을 확인하고 구호활동을 실시하였다.

#### 1.7.3.4 수송원B

수송원B는 수송원으로 출근(08:45)하여 안전작업계획서에 서명 날인한 후, 10시부터 12시까지 입환취급을 하였다. 14시경 태화강역에서 화차입환을 실시한 후, 태화강역을 출발(14:40경)하여 울산항역에 도착할 때까지 차량후부에 탑승하여 수송원 역할을 하며 업무를 수행하였다.

수송원B는 수송원A가 정지신호를 보내도 디젤전기기관차가 정지하지 않자 “정지”를 무전기로 두 번 반복하여 중계하였으며, “300 뭐 후부에 이상 있어요?” 라는 기관사의 응답 이후 곧 열차가 정지하는 것을 확인하였다.

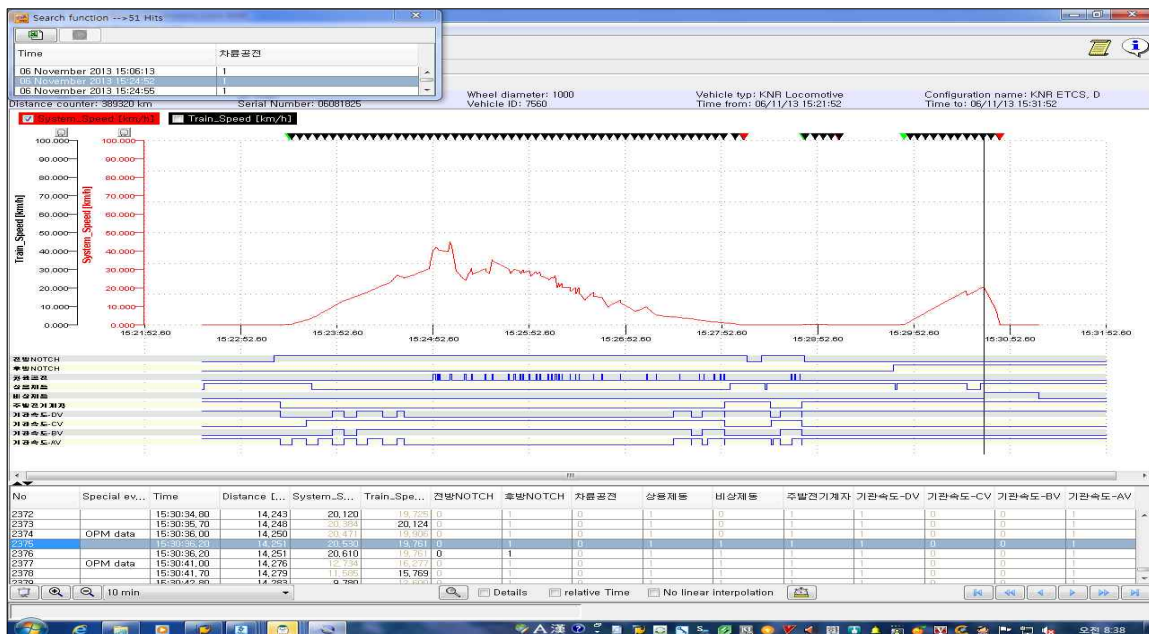
수송원B는 사고현장으로 이동하여 사고 상황을 파악하였고, 수송원A와 함께 구호조치를 실시하였다.

1.7.4 열차운행정정보기록 현황

사고열차는 울산항역을 출발(15:25)하여 약24km/h 정도(15:26)의 속도로 운행한 이후 26km/h(15:27)로 속도를 상승시켰으나, 곧 속도를 24km/h (15:27)까지 낮추었고, 사고열차는 정지(15:29)하였다.

부기관사는 역전기14)를 퇴행(15:31)으로 선택한 후 퇴행운전을 시작하였고, 사고열차는 하구배15)(15/1,000)에서 견인력은 쓰지 않고 제동으로만 퇴행을 하였으며, 속도는 20km/h(15:32)의 속도로 운전하였다.

퇴행 시 상용제동(15:32)과 비상제동을 체결하였으며, 곧 바로 매암건널목 사고지점에서 사고열차는 통학버스와 충돌한 후 정지하였고, 운행정보기록장치의 기록은 [그림10]과 같으며 시간은 보정(+1분52초)하였다.



[그림10] 운행정보기록장치 자료 현황

- 14) 운전실에서 전진과 퇴행을 선택하는 장치
- 15) 선로에서 내리막길

1.8 검수기록

1.8.1 철도차량 검수현황

1.8.1.1 디젤전기기관차(DL7560)

디젤전기기관차(DL7560) 최근 검수기록으로는 부산철도차량정비단에서 2,148,381.7 km를 운행 후 GI-3<sup>16)</sup>(‘13.6.21)를 실시하였고, 제천차량사업소에서 1개월 검사(LI-1)<sup>17)</sup>(‘13.8.26)를 실시하였다.

제천차량사업소에서 총 주행거리 2,184,541km 운행 후 3개월 검수(LI-3)<sup>18)</sup>(‘13.10.1)를 실시하였으며, 대전철도차량정비단에서 기본검수(ES)<sup>19)</sup>(‘13.11.5)를 실시하였다.

검수 시 견인장치, 제동장치 및 살사장치<sup>20)</sup>에 대한 검사를 실시하였으며, 특별한 이상은 없었던 것으로 확인 되었고, 검수현황은 [표5]와 같다.

	검사일자	소속	검사종별	주행거리(km)
1	2013.11.05	대전차량사업소	ES	2,198,799
2	2013.10.01	제천차량사업소	LI-3	2,184,541
3	2013.08.26	제천차량사업소	LI-1	2,172,421
4	2013.06.21	부산철도차량정비단	GI-3	2,148,381

[표5] 디젤전기기관차(DL7560) 검수 현황

16) 철도차량유지보수지침에 따라 GI-3는 576,000km 주행 후 또는 3년 운행 후 실시하는 중정비검사.  
 17) 철도차량유지보수지침에 따라 LI-1는 16,000km 주행 후 또는 1개월 운행 후 실시하는 경정비검사.  
 18) 철도차량유지보수지침에 따라 LI-3는 경정비에 해당되며 48,000 km 주행 후 또는 LI-1 이후 3개월 도래 시 실시하는 검사.  
 19) 철도차량유지보수지침에 따라 ES는 1,200 km 주행 후 실시하는 기본검사.  
 20) 차륜에 미끄럼을 방지하기 위하여 모래를 레일에 뿌리는 기계적 장치.

1.8.1.2 차륜의 관리상태

기관차 차륜(wheel)의 허용치는 두께가 64~25mm이내이며, 좌우 모두를 측정 한 결과 53~58mm 이내로 정상이었다. 또한 차륜의 플렌지(Flange) 두께와 높이 허용치는 각각 34~25mm와 25~35mm 이내로 측정결과 두께는 좌우 모두 29~34mm 이내이며, 높이는 26~28mm 이내였고. 디젤전 기기관차(DL7560호)의 차륜을 측정한 값은 [표6]과 같다.

구 분	Wheel 두께		Flange 두께		Flange 높이	
	정상값: 64~25(mm)		정상값: 34~25(mm)		정상값: 25~35((mm)	
	L	R	L	R	L	R
1 위	55.0	55.0	31.0	31.0	27.0	28.0
2 위	55.0	55.0	32.0	34.0	27.0	26.0
3 위	53.0	53.0	33.0	33.0	27.0	27.5
4 위	57.5	57.0	30.0	29.0	27.0	27.5
5 위	58.0	57.0	33.0	31.0	27.0	26.0
6 위	57.0	57.0	31.5	31.0	27.0	28.0

[표6] 디젤전기기관차(DL7560) 차륜 측정결과

제륜자(Brake Shoe)의 두께는 신품이 55mm 이며, 마모한도는 7mm 이하로 좌우 모두 7mm 이상으로 측정되어 모두 양호하였으며, 제륜자 두께 측정결과는 [표7]과 같다.

순서	L 측 (7mm 이하)	R 측 (7mm 이하)	상태	순서	L 측 (7mm 이하)	R 측 (7mm 이하)	상태
1 위	48	34	양호	7 위	53	30	양호
2 위	55	43	양호	8 위	39	45	양호
3 위	35	34	양호	9 위	40	29	양호
4 위	52	50	양호	10 위	38	38	양호
5 위	47	43	양호	11 위	36	49	양호
6 위	30	50	양호	12 위	50	35	양호

[표7] 디젤전기기관차(DL7560) 제륜자 측정결과



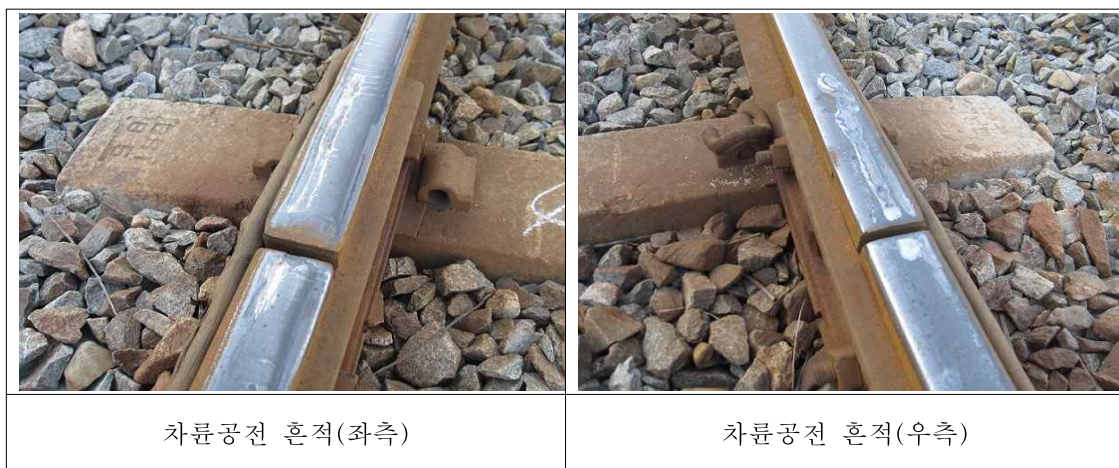
1.8.1.3 차륜공전관련

대구차량사업소 경주기관차승무사업소에서 시험한 살사장치의 동작시험 (‘13.11.7)결과 살사기능과 모래상태는 [그림11]과 같이 정상적으로 작동됨을 확인하였다.



[그림11] 살사기능 현차상태

사고당시 접촉 레일면에서는 차륜공전의 흔적이 있었으며 상구배 15/1,000 레일에 비가 내린 후 (습도, 75.8%) 점착계수가 0.18~0.22 정도로 낮아 차륜공전(Wheel Slip)이 발생 한 것으로 확인되었으며, 사고당시 디젤전기기관차 정지 지점의 레일면 상태는 [그림12]와 같다.



[그림12] 동력차 정차지점 차륜공전 흔적

1.8.1.4 사고열차(20량)의 검수 현황

사고열차(20량)에서 충돌한 975219호 화차의 주요 검수내역으로는 대전차량사업소에서 중정비1(GI-1)검사<sup>21)</sup>(‘13.2.15)를 시행하였으며, 부산차량사업소에서 경정비6(LI-6)검사<sup>22)</sup>(‘13.7.22)와 기본검수(ES)<sup>23)</sup>(‘13.10.25)를 수행하였다.

1.8.2 선로 검수 현황

1.8.2.1 선로보수 장비작업내용

울산항선 사고발생구간의 최근 선로 순회점검 및 보수내용은 코일 스프링의 볼트 및 체결구 조치에 대한 작업사항(‘13.11.6)이 있었으며 한국철도공사 ‘선로점검지침’에 따라 주 1회 보수작업을 시행하고 있었다.

보선장비를 이용한 보수작업은 MTT(Multiple Tie Tamper)<sup>24)</sup> 및 STT(Switch Tie Tamper)<sup>25)</sup> 장비를 사용하여 자갈다지기 및 궤도정비 (‘13.9.1)등 선로유지보수 작업을 시행하였다.

레일종별	침목종별	체결구종별	위치(km)	날짜	순회점검 및 보수내용
50kg	PCT	코일스프링	0.000~4.600	‘13.10.1.	체결구 및 볼트이완 조치
				10.8.	이음매 및 체결구 이완 조치
				10.17.	체결구 및 이음매 볼트 조치
				10.24.	볼트 및 체결구 이완 조치
				11.1.	볼트 및 체결구 이완 조치
				11.6.	볼트이완 및 체결구 조치

[표8] 사고발생구간 선로 순회점검 및 보수내용

울산항선이 부설(1991년)된 이후 궤도검측차<sup>26)</sup> 또는 트랙마스터(Track

21) 화차 주행거리 80,000 km 주행 또는 24개월이 도래한 경우 실시하는 중정비 1검수  
 22) 화차 주행거리 40,000 km 주행 또는 12개월이 도래한 경우 실시하는 경정비 6검수  
 23) 화차 주행거리 16,000 km 주행 또는 2주가 도래한 경우 실시하는 기본검수  
 24) 궤도다짐, 정정작업, 자갈도상작업을 하는 궤도장비  
 25) 분기기 다짐작업을 하는 궤도장비  
 26) 궤간과 레일을 검측하는 장비

Master)<sup>27)</sup>등을 사용하여 궤도틀림을 측정할 경우는 없었으며, 주로 선로 순회점검 시 불량개소는 선로순회점검 및 보수내용에 따라 부분 보수작업을 [표8]과 같이 실시하고 있었다.

### 1.8.2.2 선로측정 결과

사고발생구간인 매암건널목(태화강기점 3.200km지점)에서 태화강역 방향으로 궤간 및 수평을 10m 간격으로 측정하였고, 궤도틀림을 측정한 결과 기관차가 퇴행 시 정지 지점의 궤간은 1,437mm 이었으며 수평은 +1mm, 직마모는 1mm 로 [표9]와 같이 계측되었다.

사고열차가 매암건널목을 지나 태화강역 방면으로 운행 중, 상구배를 올라가지 못하고 정지하였던 구간은 한국철도공사의 ‘궤간 및 수평 선로정비지침’의 허용기준치 이내였음을 확인하였다.

측점	위 치 (km, 10m 간격)	궤 간 (기준: 1,435mm) (허용: +10, -2)	수 평 (9mm 이하)	비고
1	3.200	1,438	+ 2	
2	3.210	1,437	+ 2	
3	3.220	1,438	+ 1	
4	3.230	1,438	-2	
5	3.240	1,437	0	
6	3.250	1,437	-2	
7	3.260	1,437	-3	
<b>8</b>	<b>3.271</b>	<b>1,437</b>	<b>+ 1</b>	<b>정지 지점</b>
9	3.280	1,442	+ 5	
10	3.290	1,440	-5	
11	3.300	1,437	+ 3	

[표9] 사고이후 선로의 궤도틀림 측정결과

디젤전기기관차(DL7560)가 공전(Wheel Slip)하면서 정지하였던 지점의 레일 직·편마모 상태를 측정한 결과, 직마모는 1mm, 편마모는 0mm로 측정되었고, 레일교환 기준인 직마모 12mm, 편마모 13mm 이내로 정상이었으나, 부분적으로 공전흡<sup>28)</sup>이 발견되었다.

27) 궤도의 궤간 수평 면 맞춤, 비틀림 등을 측정하는 장비

28) 차륜의 공전으로 레일에 생긴 흡

1.8.3 전기, 신호, 통신 등 검수현황

1.8.3.1 전기, 신호

울산항선은 전철설비가 없으며, 출발·장내신호기가 없고, 신호기 대응으로 입환표지를 사용하므로 별도의 조사는 실시하지 않았다.

1.8.3.2 입환용 휴대무전기 점검

한국철도공사의 정보통신설비유지보수지침 한국철도공사의 ‘정보통신설비의 점검보수항목 및 주기’는 송신출력, 송신주파수, 최대주파수 편이, 수신감도를 측정하며 년1회 [표10]과 같이 점검을 하고 있었다.

설비명	구분	점검 항목	점검주기	비고
열차무선전화 (VHF)휴대국	계측	1. 송신출력 측정(상한20%, 하한50%이내)	년 1회	
		2. 송신주파수 측정(6/1,000,000Hz이하)	년 1회	
		3. 최대주파수편이 측정 (협대역:±2.5kHz이내, 광대역:±5kHz이내)	년 1회	
		4. 수신감도 측정(감도0.5μV이하)	년 1회	

[표10] 정보통신설비의 점검보수항목 및 주기

입환용 휴대무전기 호출부호는 1224499, 1224487, 1224488 를 가진 3대를 사용하였으며, 출력, 주파수, 수신감도 등에 대해 [표11]과 같이 점검을 실시하였다.

호출부호	출력(W)	주파수	수신감도	점검내역	점검일	결과
1224499	4.89	0Hz	-117dBm	입고점검	'12.07.07	양호
	4.50	0Hz	-116dBm	년 점검	'13.06.29	양호
1224487	4.89	+30Hz	-118dBm	입고점검	'12.07.07	양호
	4.30	0Hz	-118dBm	년 점검	'13.06.29	양호
1224488	5.01	+40Hz	-117dBm	입고점검	'12.07.07	양호
	4.50	0Hz	-120dBm	년 점검	'13.06.29	양호

[표 11] 입환용 무전기의 연간 점검내역

1.8.3.3 입환용 휴대무전기 성능시험

사고 이후 입환용 무전기의 성능을 시험하기 위해 사고지점인 울산항선 태화강역 기점 3.200km~4.600km 사이에서 입환용 휴대무전기(채널 4번)의 서비스를 모니터링 한 점검결과는 [표12]와 같이 나타났다.

호출부	출력(W)	주파수(Hz)	수신감도(dBm)	사용자	점검결과
1224499	4.50	+5Hz	-116	기관사	양호
1224487	4.34	+5Hz	-118	후부 수송원	양호
1224488	4.57	-40Hz	-120	전부 수송원	양호

[표12] 입환용 휴대무전기 Monitoring 결과

입환용 휴대용 무전기의 시험은 정보통신설비유지보수지침에 따라 송신출력은 4.5w~4.34w 사이로 상한20%, 하한50%이내로 확인 되었으며 주파수는 +5Hz~-40Hz로 허용치인 -921Hz≤ 주파수 ≤+921Hz 이내로 확인되었다.

또한 수신감도는 -116~-120 dBm으로 허용치인 -113dBm 이하로 확인되어 입환용 휴대무전기는 정상적인 상태로 동작하고 있음을 [그림13]과 같이 확인하였다.



[그림13] 서비스 모니터 점검 현황

1.8.3.4 입환용 휴대무전기 통화기록

사고당시 입환용 휴대무전기의 통화내역은 [표13]과 같다.

시 간	수송원		승무원	
	차량후부(수송원 A)	운전실(수송원 B)	부기관사	기관사
15:30:30				3300 조차. 퇴행해야 되겠네요.
15:30:37	네			
15:30:46				3300! 조차. 퇴행해야 되겠습니다.
15:30:57	후부 확인 하세요 (잡음) [혼선]			
15:31:02	구원기 불러야 되겠습니까?			
15:31:04				예. 우리 퇴행해야 되겠습 니다.
15:31:10	자. 접근하세요. 후부로 300			
15:31:13			4번 선에 들어가서 저쪽에 남쪽에 바싹 붙여가지고 타 력으로 올라옵니다.	(송출 후 기관사에게 무전 기 전달)
15:31:19	예. 알겠습니다.			
15:31:21	자 접근하세요. 후부로 접근.			
15:31:30	태화강(잡음), 기관실 태화강역 이상(잡음), 불렀습니다.(잡음) [혼선]			
15:31:44	자 앞에 계속 접근			
15:31:48				예. 접근
15:31:50	사고났습니까?, ~784 위치기 탈선, 부분 정상적으로 가능(잡음) [혼선]			
15:31:57	자 300~ 절제			
15:32:03	자 300~ 정지			
15:32:07	자 300~ 정지합니까? 정지.			
15:32:10		자 300~ 정지.		
15:32:12				정지라 했습니까?
15:32:14		자 300~ 정지.		
15:32:35			3300~ 후부에 뭐 이상 있어요?	
15:32:36	자 300~ 정지. 정지. 300			
15:32:39	빨리 나오세요. 뒤에 처리 해야 됩니다.			
15:32:45			300~ 무전기가 끊겨요. 다시 한 번 말씀하세요.	
15:32:50	300~ 사고 났습니다.			
15:33:15			3300~ 후부에 무슨 일입니 까?	
15:33:19	사고 났습니다. 접촉됐어요. 건널목에			

[표13] 울산항선 매암건널목 사고 시 무선통화기록

## 1.9 관리정보

### 1.9.1 조직 및 규정

기관사는 한국철도공사 경주기관차승무사업소 소속이고, 수송원은 울산항선을 관리하는 태화강역 소속으로 조직운영에는 큰 문제가 없었고, 운전취급 규정, 운전취급세칙, 운전작업내규에 따라 열차운행을 지시하였으며, 승무를 하기 전에 기관사에 대해 승무적합성 검사를 실시하였다.

한국철도공사는 디젤전기기관차 및 화차를 ‘철도차량유지보수지침’에 따라 검수하고 있었으며, 선로는 ‘선로유지보수지침’에 따라 정비하였다.

매암건널목은 무인 제1종건널목으로 지정되어 관리되고 있었으며, 운전취급 규정 제83조(각종 속도의 제한) [별표5]에 따라 입환작업 속도는 25km/h로 규정되어 있고, 운행선로의 최고속도는 운전취급세칙 제14조(선로최고속도)에 따라 60km/h이며, 현재는 한국철도공사 영업처의 권고 속도는 35km/h이나 실제 사고열차는 26km/h로 운행된 것을 확인하였다.

### 1.9.2 교육 및 훈련

한국철도공사 승무지도팀장은 승무 전 기관사에게 가을철 이상기후 발생 시 운전취급에서 철도재해 우려 및 악천후 시의 조치 이행 철저 및 운전정보 교환, 운전협의를 철저, 짙은 안개 발생 시 안전운행 확보, 각종 안전수칙 준수와 전도주시, 지적확인, 이례사태 발생 시 신속한 조치, 사고 시 정확한 보고 및 안전조치에 대해 서면교육을 실시하였다.

기관사는 승무 전, 한국철도공사의 ‘운전취급세칙’ 제16조(제동감도 시험의 생략)과 제17조(본선 본위의 지선운전)에 대한 서면 교육을 실시하였으며, 경부선 영등포역에서 발생한 정차역 통과에 대한 사례와 예방대책에 대한 교육을 실시하였다.

## 2. 분석

### 2.1 인적사항 분석

#### 2.1.1 기관사

기관사는 디젤차량운전면허('12.10.18)를 취득하였고, 승무 전(前)에 실시한 승무적합성검사('13.11.06)에서 적합판정을 받아 음주나 건강상태에도 문제가 없는 것으로 확인되었다.

기관사는 승무하기 전에 안전교육('13.11.06)을 서면으로 받았고, 교육 이후 열차사고가 발생되어 교육이 형식적으로 시행되고 있는 문제가 있어 교육시행 방법의 개선이 요구되었다.

기관사발령('13.2.18)을 받고 수습을 6개월 거쳤으며, 실제 기관사 경력이 약 6개월로 승무집중관리대상자에 해당하였고, 운행정보기록장치 분석결과 해당선로에 익숙하지 않아 운전미숙으로 상구배를 올라가지 못하고 정지 하였다. 또한 관할 소장의 허가 없이 부기관사와 임의로 협의하여 운전업무를 변경한 것은 한국철도공사의 '동력차승무원운전내규'를 지키지 않은 것으로 분석되었다.

#### 2.1.2 부기관사

부기관사는 디젤차량운전면허('06.07.01)를 취득하였고, 승무 전에 실시한 승무적합성검사('13.11.06)에서 적합 판정을 받아 음주나 건강상태에는 문제가 없었다.

부기관사는 승무하기 전에 안전교육('13.11.06)을 서면으로 받았고, 교육 이후 열차사고가 발생되어 교육이 형식적으로 시행되고 있는 문제가 있어 교육시행 방법의 개선이 요구되었다.



부기관사는 기관사 경력이 약 11년 1개월로 울산항선에 운전경험이 많았고 선로를 잘 알고 있었다. 그러나 관할 책임자의 허가 없이 기관사와 임의로 운전업무를 변경한 것은 한국철도공사의 ‘운전취급 세칙’ 제9조(부기관사의 의무) 및 ‘동력차승무원지도운영내규’ 제3조(정의)를 지키지 않은 것으로 분석되었다.

### 2.1.3 수송원A

수송원A는 근무 시 주간2회, 야간 1회씩 울산항선에 대해 수송업무를 실시하였으며, 울산항선에 대한 입환경험이 많아 건널목의 위치와 주의사항 등에 대해서는 잘 알고 있었다.

그러나 사고당일 사고열차가 매암건널목을 퇴행으로 다시 진입 시 한국철도공사의 ‘운전취급규정’ 제72조(건널목 입환 취급)에서 규정한 건널목 차단기의 수동차단 등 통행 차단을 위한 안전조치를 하여야 하나 문답결과 열차를 퇴행시켜 매암건널목 가까이 세운 뒤 건널목을 차단하려고 생각하여 승차한 상태로 후진 무선전호를 실시하여 관련규정을 준수하지 않은 것으로 분석되었다.

### 2.1.4 수송원B

수송원B는 근무 시 주간2회, 야간 1회씩 울산항선에서 수송업무를 실시해 왔으며, 울산항선에 대해서는 건널목의 위치와 주의사항 등에 대해서 잘 알고 있었고 수송원A와 사전 협의하여 기관차 쪽에 승차하였다.

수송원B는 무선통화내용 분석결과 수송원A의 통화내용을 기관사가 듣지 못하자 기관사에게 “정지”를 무선전호를 중계하였으며, 이를 기관사가 청취하고 “정지” 한 것으로 사전에 협의가 되어 있어 업무에는 문제가 없는 것으로 분석되었다.

## 2.2 물적정보 분석

## 2.2.1 철도차량

### 2.2.1.1 디젤전기기관차(DL7560)

디젤전기기관차(DL7560)은 견인마력이 3,000HP 으로 한국철도공사 ‘운전취급세칙’[별표9]에 명시된 ‘동력차 견인정수 표’에 의해 환산 28.5량 까지 견인이 가능하며, 사고 당시 화물열차는 환산26량을 조성하여 환산량에는 문제가 없었다.

차륜의 상태 및 제동상태 검수상태도 양호하였으며, 사고 전까지 한국철도공사 사규인 ‘철도차량 유지보수 지침’에 따라 관리되었다. ‘동 지침’ 제1장 제4조(검수 종류 및 기준)에서 정한 검수를 정상적으로 이행하였다.

### 2.2.1.2 제동장치

제동동작시험결과(‘13.11.7) 제동상태는 양호하였으며, 운행기록장치 분석결과 기관사의 비상제동 체결은 늦었으나 제동시간과 제동거리는 문제가 없었다.

### 2.2.1.3 사고열차

사고열차에 차륜의 상태, 제동상태 및 살사장치 등 검수상태는 양호하였으며, 도입(‘97.6.4)된 이후 사고 전일까지 한국철도공사 사규인 ‘철도차량 유지보수 지침’에 따라 관리되었다. ‘동 지침’ 제1장 제4조(검수 종류 및 기준)에서 정한 검수를 정상적으로 수행하여 문제가 없는 것으로 분석되었다.

## 2.2.2 선로시설

매암건널목은 무인 제1종건널목으로, 철도공사 대구시설사업소에서는 ‘선로 점검기준’에 따라 분기 1회 장비작업과 주 1회 선로 순회점검을 시행하고 있었고,

궤도검측차 검측실적 및 지적사항 등을 확인한 결과, 궤도정비 기준치 이내로

측정되었고, 평소에도 비가오거나 날씨가 습하면 상구배(15/1,000) 인 동일지점에서 공전이 전에도 있었던 것으로 문답결과와 레일 조사결과 확인되었다.

매암건널목으로부터 사고지점까지 태화강기점 3.312~3.377 km 사이 레일 이음매 부분을 조사한 결과 레일에 공전흙 18곳이 발견되어 기관사의 운전 미숙, 레일면의 점착력 저하요인과 함께 공전의 원인을 제공하였으며, 이에 대한 대책이 필요한 것으로 분석되었다.

## 2.2.3 전기·신호·통신

### 2.2.3.1 건널목차단기 관련

태화강역에서 울산항역 사이의 매암건널목은 울산광역시 남구 매암동에 위치하고 있었으며, 단선철도와 지방도로가 평면 교차되는 무인 제1종건널목으로 건널목 보안시설로는 일반형 건널목경보기, 경보종 등을 갖추고 있어 안전시설물에는 문제가 없었으나 수동으로 건널목을 차단하는 장치가 없었다.

건널목신호분석장치의 자료 분석결과, 단선운행으로 인해 태화강역에서 울산항역으로 정상운행 할 때는 차량이 태화강역 기점 3.312km지점을 진입 시 경보음과 경고등이 동작하면서 8초 후 차단기가 내려가나,

울산항역에서 태화강역으로 운행을 하다가 차량이 태화강 기점 3.312km지점을 완전히 빠져나가지 않고 매암건널목으로 다시 퇴행하면 경보음과 경고등이 동작하지 않게 설계되어 있었다.

차량이 태화강역 기점 3.312km지점을 완전히 빠져나가지 않고 매암건널목으로 퇴행할 때 건널목에 대한 근접 시 자동 또는 수동차단장치가 없어 이를 보완하지 않으면 향후에도 동일한 사고가 재발될 수 있을 것으로 분석되었다.

### 2.2.3.2 입환용 휴대무전기 통화

입환용 휴대무전기의 통화내용을 분석해 보면 수송원A는 기관사에게 “절제”를 요청(15:31:57)하여 서서히 접근 할 것을 요구하고, “정지”를 2회 더 요청(15:32:03)하였으나 열차는 정지하지 않았다. 이때 수송원B가 “정지” 무선전호를 중계(15:32:10)하였으나 사고열차와 버스가 충돌하였다.

무선녹취내용을 확인한 결과 중간에 다른 곳의 통화내용이 들리는 등 혼선이 3회 정도 있었고, 기관실 소음으로 기관사가 “정지”에 대한 무선전호를 듣지 못할 가능성이 있는 것으로 분석되었다.

분석결과 휴대무전기의 통화내용을 분석한 결과 11월7일 실시한 휴대무전기 3대의 호출부호, 주파수, 통화 기능시험 등 무전기의 성능시험에는 문제가 없었던 것으로 확인되었으나, 녹취기록을 확인한 결과 사고 당시 통신장애 발생과 기관실 소음 등으로 “정지” 무선전호를 청취하지 못 하였다.

## 2.3 관리정보 분석

한국철도공사는 기관사 및 수송원에 대한 안전교육을 서면으로 시행하고 있으며, 울산항선의 경우 기후여건에 따른 운전주의 및 퇴행 시에 안전조치 사항을 승무하기 전에 기관사와 수송원에게 교육을 실시하고 있었으나, 사고 발생 시 건널목 안전차단 등에 대한 조치를 하지 않았으므로 실제 적용 가능한 교육이 필요한 것으로 판단되었다.

철도차량 및 화차의 관리는 정상적으로 시행되고 있으나, 기상불량으로 인한 점착계수 저하 시, 선로에서 공회전이 발생할 수 있다. 한국철도공사는 현재 운전취급세칙에 본선으로 지정되어 있으면서 입환구간으로 운영하고, 실제속도는 35km/h이하로 운행하고 있으므로 이러한 제도적인 문제를 검토하여 운전취급규정, 운전취급세칙, 운전작업내규 등 관련사항을 검토하여 건인에 문제가 없도록 관리 측면에서 제도를 정비하고 현실적인 운행속도를 검토 후 시행할 필요가 있다.

사고지점의 레일 이음매는 부분적으로 레일 두부마모와 파손이 있었고, 일부에서 차륜 공전의 원인이 될 수 있는 공전홈이 발견되어 적절한 레일관리와 적절한 운행속도 향상이 요구된다.

또한 울산항선의 경우 입환에 준하여 운전취급을 하고 있으나, 4.6km의 거리에 건널목이 4개 설치되어 있고, 1일 통행량(약 50,000회)이 많은 구간이라 태화강역에서 울산항역 방향으로 퇴행하여 매암건널목에 근접 시 건널목 차단기의 차단이 되도록 수동 또는 자동차단 시설의 보완이 필요하였다.

울산항선에 운행에 대해서는 본선운행 구간을 입환구간으로 지정하여 운행하고 있으므로 날씨가 좋지 않을 시 (비, 눈, 안개)에는 레일의 점착계수가 떨어지므로 견인정수<sup>29)</sup> 조정을 검토하여 시행하고, 화물이 과적되지 않도록 관리하는 것이 필요하였다.

사고지점에서 기관사와 부기관사의 역할을 승인 없이 변경하는 등 운전취급세칙 제9조(부기관사의 의무)를 지키지 않았으며, 울산항선에 운전 경험이 부족한 승무중점관리대상자를 기관사로 지정하여 이에 대한 제도적인 보완이 필요하였다.

기관사는 무선통화 시 수송원으로부터 “정지” 무선전호를 3번 요청 받았으나, 순간적인 통화불량으로 이를 듣지 못하였으므로 향후 사용에 문제가 없도록 년 1회 실시하고 있는 휴대무전기의 점검을 강화하고, 울산항선에 대해 일제점검 후 통화불량개소가 있는 경우 중계기 설치를 검토하여 시행하는 것이 필요하였다.

29) 기관차가 정해진 운전속도로 견인할 수 있는 최대차량 수

### 3. 결론

#### 3.1. 조사결과

3.1.1 기관사와 부기관사는 자격사항, 교육이수, 승무적합성검사 등에 대하여 결격사유가 없었다.

3.1.2 기관사와 부기관사는 자격사항, 교육이수, 승무적합성검사 등에 대하여 결격사유는 없었으나, 사고열차를 운전하는 기관사의 경력이 6개월 정도로 짧고, 승무집중관리 대상자이었으며, 운행정보기록장치를 분석한 결과 비가내린 후 사고열차를 운행 시 Notch를 8단까지 급격하게 상승시켜 총 36회의 공전이 발생하였으며, 울산항선에 대한 운전경험이 부족하였다.

3.1.3 사고지점에서 기관사와 부기관사의 역할을 승인 없이 변경하는 등 ‘운전취급세칙 제9조(부기관사의 의무)’와 ‘동력차승무원운전내규’를 지키지 않았으며, 수송원으로부터 “정지” 무선전호를 3번 요청 받았으나, 일시적 통화 불량으로 이를 듣지 못하였다.

3.1.4 수송원은 열차가 퇴행 시 매암건널목의 차량통제 및 수동차단 등 안전 조치를 이행 후 열차를 퇴행하도록 무선전호를 실시하여야 하나 이를 이행하지 않았다.

3.1.5 매암건널목 건널목차단기를 수동으로 차단하는 장치가 없어 울산항역에서 태화강역으로 진행 후 매암건널목으로 다시 근접하여 퇴행 시, 수동 또는 자동으로 차단기를 동작시킬 수 있는 시설보완이 필요하였으며, 퇴행 시 경광등이나 기적 등으로 알리는 것이 필요하였다.

3.1.6 울산항선의 레일상태는 차륜공전으로 매암건널목 부근 상구배의 레일이음매 부분에 공전흡과 두부파손부가 발견되었다.

3.1.7 울산항선은 본선으로 운행하던 구간을 현재는 한국철도공사 운전취급 규정에 따라 입환구간으로 지정하여 운행하고 있었고, 기관사는 26km/h로 운행하여 영업부의 권고 속도인 35km/h 이내로 운행하였으나 이는 입환구간으로 지정한 25km/h이내의 속도를 초과하여 규정과 현실적인 운행속도가 맞지 않으므로 이를 현실화하여 제도를 정비하고 운영할 필요가 있었다.

3.1.8 한국철도공사는 울산항선의 경우 열차운행 시 열차운전시행세칙 제10조(견인정수) [별표 9]에서 정한 “동력차 견인정수표”를 준수하고 있으나 비나 눈이 오는 경우는 예외 규정을 두어 화차의 조성 시 안전에 문제가 없도록 현행보다 감축하여 운영하는 것이 필요하였다.

## 3.2. 사고원인

### 3.2.1 사고의 원인

3.2.1.1 수송원A는 사고열차가 정지했다가 퇴행하기 전에 사고열차에서 내려 매암건널목(무인 제1종건널목)에 대해 수신호로 도로통행을 차단하는 등 적극적인 안전조치를 취하지 않았고, 건널목에 자동차가 통행하는 상태로 사고열차에서 내리지 않고 “퇴행”하라는 무선전호를 한 것.

### 3.2.2 사고의 기여요인

3.2.2.1 울산항선 상구배 레일에서 차륜공전으로 레일이음매 부분에 공전흡이 발견되었으나 이를 정비하지 않은 것.

3.2.2.2 퇴행 시 수송원A가 기관사에게 입환용 휴대무전기를 통해 “정지”를 요청하였으나, 통신상태가 좋지 않아 기관사와 부기관사가 “정지” 신호를 정확히 듣지 못한 것.

3.2.2.3 기관사는 승무중점관리대상자로 레일의 습도가 높은 상태에서 울산항선에 상구배에 대한 경험부족으로 공전이 발생하여 정차하였고, 부기관사가 소속책임자의 승인 없이 기관사와 운전업무를 임의 변경한 후 퇴행을 실시한 것.

3.2.2.4 매암건널목은 무인 제1종건널목으로 지정되어 차량통행이 많음에도 퇴행 시 차량을 차단할 수 있는 수동차단시설 등을 설치하지 않은 것.



## 4. 안전권고

항공·철도사고조사위원회는 한국철도공사 매암건널목에서 발생한 사상사고에 대하여 한국철도공사에 다음과 같이 권고한다.

### 4.1 한국철도공사에 대하여

4.1.1 열차를 퇴행 시에는 반드시 건널목에서 먼저 사람이나 자동차의 통행을 수신호로 차단하고, 수동차단기를 작동시키는 등 안전조치를 실시한 후 무선중계와 퇴행에 문제가 없도록 업무를 분할하여 수송원에게 교육 및 실행 조치.

4.1.2 울산항선의 경우 상구배부분의 이음매와 레일상태를 확인하여 공전흡과 마모가 심한 레일은 정비.

4.1.3 울산항선 매암건널목 인근에 입환용 휴대무전기의 상태점검을 강화하고, 일제점검을 실시한 후 통화불량개소가 있는 곳은 무선중계기 설치 등을 검토하여 사용에 문제가 없도록 조치.

4.1.4 울산항선에서 운전이 원활할 수 있도록 운전취급규정과 세칙 등을 검토하여 운행속도를 현실에 맞게 사용할 수 있도록 조치.

4.1.5 울산항선 매암건널목을 지나 다시 건널목방향으로 근접하여 퇴행 시 건널목차단기를 수동으로 동작시킬 수 있도록 차단장치의 설치를 검토하여 적합한 시설로 보완.

4.1.6 부기관사가 관할책임자의 승인 없이는 기관사와 부기관사의 운전업무를 임의 변경하지 않도록 하고, 승무중점관리대상자는 운전에 문제가 없다고 판단될 경우만 기관사로 지정하여 운영하도록 하며, 퇴행 시 관련규정에 따라 기관차에서 기적 등 경고음을 내도록 기관사에게 조치.

4.1.7 울산항선의 열차운행 시 열차운전시행세칙 제10조(견인정수) [별표 9]에서 정한 “동력차 견인정수표”를 준수하고, 비나 눈이 오는 경우는 울산항선에 맞는 동력차 견인정수를 별도로 검토하여 운행에 문제가 없도록 조치.

철도사고조사 과정에서 관계인들로부터 청취한 진술 및  
개인정보 등이 수집되었으나,

「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제28조(정보의 공개금지) 및 동법 시행령 제8조(공개를 금지할 수 있는 정보의 범위)에 의하여 본 보고서(인쇄본)에 개인정보는 공개하지 않았으며,

국민여러분의 이해를 돕기 위해 본 보고서에 사용된 용어를 쉽게 풀어서 쓴 점을 양해하여 주시기 바랍니다.

자세한 사항은 항공·철도사고조사위원회로 문의하여 주시면 친절하게 안내하여 드리겠습니다.



항공·철도사고조사위원회

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

전화: 044-201-5427

E-mail: [netwalk@korea.kr](mailto:netwalk@korea.kr)