국토교통부

보고서번호: ARAIB/R 2016 - 6

철 도 사 고 조 사 보 고 서

한국철도공사
중앙선
도담역 성신양회전용선
도담역 입환차량(DL7474호 + 화차 18량)
차량 충돌 및 탈선에 의한 재산피해사고
2015년 8월 4일(월) 13시 02분 경

2016. 09. 29.

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, 같은 법률 제30조에 따라「사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분절차 또는 행정쟁송절차와 분리·수행」되어야 하고,

같은 법 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 이 외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

차 례

제목 ····· 1
개요 ····· 2
1. 사실정보 ····· 3
1.1 사고의 경위 ····· 3
1.2 피해사항 ····· 3
1.2.1 인명피해 ····· 3
1.2.2 물적피해 ····· 3
1.2.2.1 차량 피해 ····· 3
1.2.2.2 시설 피해 ····· 5
1.2.2.3 전기 및 신호 피해 ····· 5
1.2.3 기타피해 ····· 5
1.2.4 피해액 집계 ····· 5
1.3 인적정보 및 업무수행사항 ····· 6
1.3.1 입환기관사 ····· 6
1.3.2 도담역 로컬관제원 ····· 7
1.3.3 도담역 수송원A ····· 8
1.3.4 도담역 수송원B ····· 9
1.3.5 도담역 수송 및 운전담당 역무팀장 ····· 10
1.4 현장정보 ····· 12
1.4.1 사고구간의 선로 ····· 12
1.4.1.1 사고구간 선로의 일반사항 ····· 12
1.4.1.2 사고구간의 선로의 선형 ····· 12
1.4.1.3 사고구간 선로 순회점검 및 분기기검측 내용 ····· 14
1.4.2 충돌 후 탈선현황 ····· 15
1.5 입환작업계획과 작업과정 ····· 16
1.5.1 입환작업계획과 작업서의 발행 ····· 16
1.5.2 입환작업계획의 변경 ····· 17
1.5.3 입환작업 과정 ····· 17

1.6 차량 정보 ····· 21
1.6.1 굴러간 차량의 구성과 제원 ····· 21
1.6.2 충돌현장의 차량이동 상황 ····· 21
1.6.3 수용제동기 상태 ····· 22
1.7 운행관련 정보기록과 무선통화 내용 ····· 24
1.7.1 입환기관차의 운행정보기록 ····· 24
1.7.2 사고시간대 전자연동표시제어 ····· 25
1.7.3 사고시간대 무선통화 내용 ····· 26
1.8 관리정보 ····· 27
1.8.1 도담역 입환작업내규와 철도공사 관계규정 ····· 27
1.8.2 도담역 근무현황과 교육훈련 현황 ····· 27
1.9 날씨와 기상 ····· 30
2. 분석 ····· 31
2.1 입환기관사의 업무와 운행정보기록의 분석 ····· 31
2.2 수송원 A와 B의 업무분석 ····· 32
2.3 로컬관제원의 업무분석 ····· 32
2.4 선로선형상태와 유지보수실태의 적정성 ····· 33
2.5 굴러간 차량의 속도계산 ····· 34
2.6 관리적 요인의 분석 ····· 35
2.6.1 수송 및 운전역무팀장의 업무분석 ····· 35
2.6.2 교육시행의 적정성 ····· 35
3. 결론 ····· 36
3.1 조사결과 ····· 36
3.2 사고원인 ····· 38
4. 안전권고 ····· 39
4.1 한국철도공사에 대하여 ····· 39
4.2 철도시설공단에 대하여 ····· 39

한국철도공사 중앙선 성신양회전용선 차량 충돌 및 탈선에 의한 재산피해사고

○ 운영기관: 한국철도공사

○ 운행노선: 중앙선

○ 발생장소: 도담역 성신양회 전용선 10번(성신양회 제2공장).

○ 사고차량: 도담역 입환차량[DL7474호+화차18량]

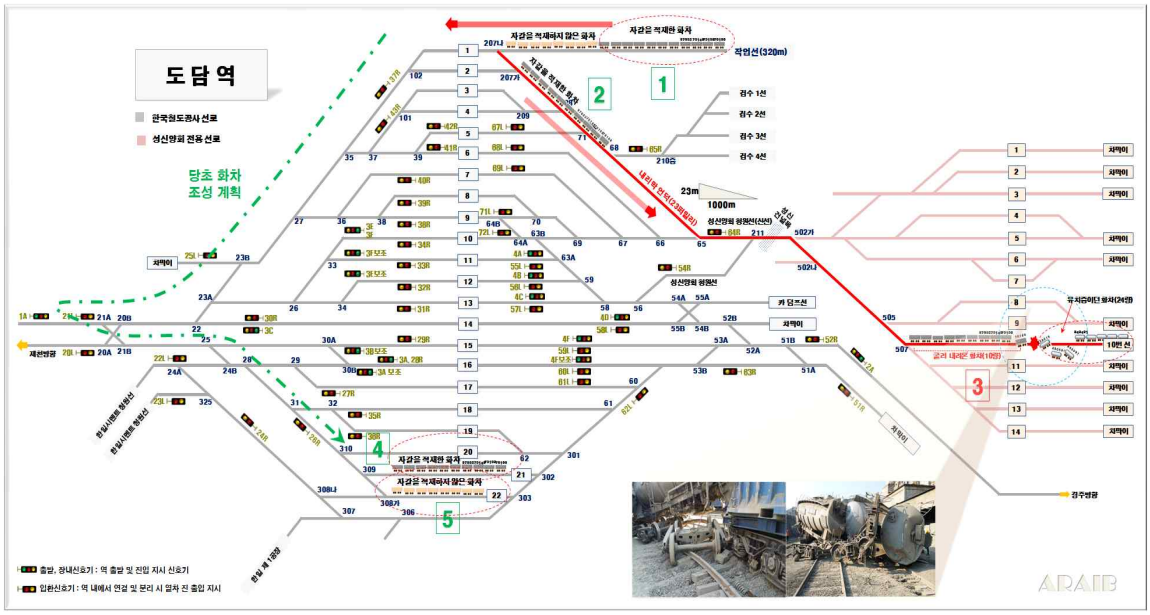
○ 사고유형: 차량 충돌 및 탈선에 의한 재산피해사고

○ 발생일시: 2015년 8월 4일(월) 13시 02분경

[그림1] 사고발생구간(도담역에서 성신양회 공장)

개요

2015년 8월 4일(월) 13시 02분경, 중앙선 도담역구내에서 입환작업 중 2번선로에서 5번선로에 유치해 놓은 철도차량 10량(백운석을 실은 컨테이너화차, 이하 “사고화차”라 한다)이 성신양회 전용선으로 굴러 내려가 성신양회 구내 10번선로에 유치되어 있던 벌크화차 30량과 충돌하면서, 사고화차 중 1량(76166호)과 유치되어 있던 화차 3량(839616, 490594 및 849091호)이 탈선・전복되었고, 충돌 충격으로 다수의 화차가 손상되었다.



[그림2] 사고차량 이동경로

항공철도사고조사위원회는 이번사고의 원인을 차량을 유치하여서는 아니되는 선로에 차량을 유치하고, 유치된 차량에 구름방지 등의 안전조치를 취하지 않아 유치차량이 굴러서 충돌 및 탈선・전복을 일으킨 인적오류로 결정하였으며,

기여요인으로는 입환표지 이후 진로확인 소홀 및 취급진로 상태 미 통보, 성신양회 인입선 설치 시 안전측선을 설치하지 않은 점으로 결정하였다.

따라서 한국철도공사에 4건과 한국철도시설공단에 1건의 안전권고를 각각 실시한다.

1. 사실정보

1.2. 피해사항

1.2.1 인명피해

입환작업 중의 차량구름에 의한 차량 충돌사고로 인명피해는 없었다.

1.2.2 물적피해

1.2.2.1 차량피해

백운석을 실은 10량의 화차가 성신양회 10번 선의 유치차량(시멘트 적재 후 유치되어 있던 30량의 벌크화차)과 충돌하고 전복되면서 인접선 차량(9번 선에 유치된 12량 중 7번째 차량)과 접촉되어 철도차량 6량(철도공사 차량 3량과 사유화차 3량)이 폐차(대파내지 중파)되었고, 철도공사차량과 사유화차 각각 13량과 22량이 [표1] 및 [표2]와 같이 파손되었다.

	순번	차 호	소유주	파손개소	비고
구른자갈화차 10량	**1**	**76166**	**철도공사**	**대파**	**폐차**
	2	70108	철도공사	1위 샹크가이드 굴곡 2위 연결기 너클 슬로워 동작불능 문비굴곡 및 랏지이탈, 콘동작 불편	
	3	70148	철도공사	1위 샹크가이드 굴곡 2위 샹크가이드 굴곡 및 연결기 마모판 탈락, 문비 굴곡 랏지 절손, 지주 균열, 단부 밀,콘동작 불편	
	4	976028	삼익물류(주)	2위 샹크가이드 굴곡, 담미 절손, 응하중변 감지봉 받침 탈락, 문비굴곡, 골재컨테이너 유동, 콘동작 불편	
	5	76121	철도공사	1위 완충기 조임볼트 1개 절손 2위 요크가이드 굴곡, 콘장치 용접부 용접부 벌어짐 문비 굴곡 및 랏지 절손, 지주균열, 골재컨테이너 유동	
	6	70127	철도공사	1위 샹크가이드 굴곡 2위 사이드실 용접부 균열 문비걸이굴곡 및 균열, 골재컨테이너 유동, 콘동작 불편	
	7	70528	철도공사	지주 균열, 문비걸이 굴곡, 골재컨테이너 유동 콘동작 불편	
	8	70136	철도공사	1위 샹크 마모판 탈락 문비걸이 굴곡, 골재컨테이너 유동, 콘동작 불편	
	9	70813	철도공사	문비걸이굴곡 및 균열, 골재컨테이너 유동 콘동작 불편	
	10	70745	철도공사	골재컨테이너 유동 콘동작 불편	

[표1] 굴러간 화차의 피해내역

	순번	차 호	소유주	파손개소	비고
성신양회유치된 30량	1	839616	현대시멘트(주)	대파	폐차
	2	490594	철도공사	대파	〃
	3	849091	쌍용양회공업(주)	대파	〃
	4	849493	아세아시멘트(주)	1위측 반파	〃
	5	849380	한일시멘트(주)	1,2위 샹크이완 및 샹크가이드 굴곡	
	6	848407	아세아시멘트(주)	2위 상센타 볼트이완, 송기관캡 탈락	
	7	839535	성신양회(주)	경미	
	8	839651	현대시멘트(주)	〃	
	9	849406	아세아시멘트(주)	〃	
	10	849168	쌍용양회공업(주)	1,2위 완충기가이드굴곡 (경미)	
	11	848612	현대시멘트(주)	경미	
	12	848089	쌍용양회공업(주)	〃	
	13	490704	철도공사	〃	
	14	847302	한일시멘트(주)	1위 상센타 볼트이완 (2개) 1위 연결기 마모판 탈락	
	15	848460	아세아시멘트(주)	1위 샹크이완 및 가이드굴곡	
	16	848014	쌍용양회공업(주)	경미	
	17	847314	한일시멘트(주)	〃	
	18	848898	라파즈한라시멘트(주)	〃	
	19	848110	쌍용양회공업(주)	〃	
	20	839315	한일시멘트(주)	1위 샹크가이드굴곡 2위 완충기가이드 마모판 탈락 1,3,5,6,8 후랙션블럭마모	
	21	490600	철도공사	경미	
	22	490681	철도공사	〃	
	23	490565	철도공사	〃	
	24	490819	철도공사	〃	
	25	848346	한일시멘트(주)	삼동변 배기공캡 무, 2위 송기관캡 탈락	
	26	848564	성신양회(주)	경미	
	27	848056	쌍용양회공업(주)	〃	
	28	848016	쌍용양회공업(주)	〃	
	29	848833	라파즈한라시멘트(주)	〃	
	30	949842	성신양회(주)	〃	
인접선 (12번)	7	20879	철도공사	중파 (도어지붕 파손)	폐차

[표2] 성신양회 유치선 유치차량의 피해내역

1.2.2.2 시설 피해

시설 피해는 레일 25미터짜리 6개와 보통침목 28개가 파손되었다.

1.2.2.3 전기 및 신호 피해

전기 및 신호 피해는 전철 주 2본과 고정 비임 1본 및 전차선 1,500미터(250미터 6선)의 손상과 전환쇄정기와 기억 쇠 각 1조가 파손되었다.

1.2.3 기타피해

3개 시멘트회사(현대, 아세아, 쌍용)의 사유화차 폐차(감가상각비 잔존가액 피해액) 성신양회의 벌크시멘트의 유실, SCL(Supply Chain Logistics, 백운석 운송업체)의 원재료손실 및 운송손실부문이 있었다.

1.2.4 피해액 집계

전체 피해액은 [표3]과 같이 철도공사의 피해가 2억4천800만원 성신양회 1천900만원, SCL운송회사 1억1천400만원 및 3개 시멘트회사(현대, 아세아, 쌍용) 4천만 원으로 약 4억2천286만원으로 집계되었다.

단위: 천원

철도공사	성신양회	SCL	현대, 아세아, 쌍용	합계
248,344	19,676	114,137	40,706	422,863

[표3] 피해 집계표

1.3 인적정보 및 업무수행사항

1.3.1 입환기관사

입환기관차 기관사 김○○(45세, 남)는 1996년 12월 2일 한국철도공사(구 철도청) 제천관차승무사업소 부기관사로 최초 임용되었으며, 2011년 10월 6일 철도차량 운전면허(디젤차량)를 취득하였고, 2012년 3월 7일 제천기관차승무사업소 기관사로 발령 받아, 사고 당일까지 운전업무에 종사하고 있었다.

기관사는 8월 4일 07:30경 집에서 48시간 이상의 휴양시간을 가진 후 출근하였으며, 제천역에서 디젤기관차 7474호를 인수받아 제6405호 열차로 제천역을 08:40에 출발하여 도담역에 08:53경 도착, 11:00경까지 오전 입환작업을 수행하였다.

기관사의 진술에 따르면, 12:40경 도담역 수송담당역무원 김○○(이하 "수송원A"라 한다)로부터 '작업선의 화차 18량을 연결하여 21번선로에 10량을 분리하고, 22번선로에서 1량을 연결 후, 4번선로에 9량 중 1량을 분리한 후 나머지 8량을 작업선에 유치하는 입환작업서'(이하 "당초 입환계획"이라 한다)를 교부받았다.

12:50경 입환작업을 주도하는 도담역 수송담당역무원 권○○(이하 "수송원B"라 한다)로부터 무선전화를 통하여 "작업선의 화차 18량을 인상하여 추진하다가 작업선 옆 2번선로에서 5번선로에 10량을 유치하고, 나머지 8량을 작업선에 유치한 다음, 다시 2번선로에서 5번선로에 유치해 놓은 10량을 연결하여 21번선로로 이동하여 10량을 유치하고, 22번선로 이동하여 화차 1량을 연결하여 4번선로에 유치한다는 변경된 입환계획(이하 "변경 입환계획"이라 한다)을 통보 받았다.

이후 작업선에서 18량(공차8량과 영차10량)을 공기관통을 하지 않은 채 1번선로(삼곡역방향)로 인출하여 작업선 옆 2번선로에서 5번선로에 후부의 영

차 10량을 유치하고, 전부의 공차 8량을 다시 작업선에 유치하기 위하여 이동하던 중 약 4량이 작업선에 진입한 상태에서 수송원B의 유치해 놓은 차량이 굴러가고 있으니 잡아야한다는 무선전화 통화내용을 듣고 입환기관차를 정지한 후 차량의 구름을 확인하였다고 진술하였다.

1.3.2 도담역 로컬관제원

도담역 사고당시 로컬관제원 권○○(36세, 남, 이하 “로컬관제원”이라 한다)은 2005년 8월 1일 제천차량사업소 차량관리원으로 입사하여, 2011년 4월 4일 도담역 수송담당역무원으로 발령받아 사고 당일까지 근무하고 있었다.

로컬관제원은 운전취급업무를 위하여 2012년 11월 5일부터 11월 7일까지 ‘운전취급실무능력향상 과정’과 2013년 3월 11일부터 3월 29일까지 ‘2013년 신규운전취급자 통합과정’을 이수한 후 2014년 초부터 운전취급업무를 시작하였다.

사고당일 당초 로컬관제원이 지정휴무를 사용함에 따라 자격 있는 수송담당역무원으로서 당일 로컬관제원 대체근무를 시행중이었다.

로컬관제원의 진술에 따르면, 당초 입환계획에 대한 입환작업서를 받았으나, 수송원A로 부터 입환작업 개시 전 #3391호의 조성이 늦은 관계로 입환시간 단축을 위하여 변경 입환계획 제의에 협의하였다.

이후 입환 작업조가 현장의 선로전환기를 취급하고 수송원B로 부터 후부의 진로를 잡아달라고 하여, 성신양회 인입선으로 생각하고 66호 입환표지와 68호 및 65호 선로전환기를 개통 취급하였다.

검수 4번 선에 통상적으로 검수차량이 유치되어 있는 것을 알고 있었으며 검수원이 작업을 시작할 시간으로 판단하여 길이가 충분한 성신양회 인입선에 잠깐 유치하여 바꿔치기를 하는 것으로 알고 있었다.

1.3.3 수송원A

수송원A(41세, 남)는 1998년 8월 3일 예미역 역무원으로 신규 임용, 2001년 7월 17일 예미역 운전정리원, 2014년 7월18일 도담역 수송담당역무원으로 발령받아 사고당일까지 수송업무에 종사하고 있었다.

비번과 휴일 2일간의 휴식을 가지면서 출근 전날 오전에는 배드민턴 운동을 하고 오후에는 집에서 휴양을 취한 후 사고당일 3조2교대의 주간조로 출근하였다.

수송원A의 진술에 따르면, 작업개시 전 수송원B와 변경 입환계획을 협의하고, 이후 로컬관제원에게 변경 입환계획을 통보하였다.

이후 입환기관차를 작업선으로 유도, 유치되어 있는 화차 18량을 공기관통 없이 연결 후 1번로로 인상하도록 유도하였고, 차량 후부가 207나호 선로전환기를 지나자 입환차량을 정차시키고 수송원B가 207 가/나호 쌍동선로전환기를 검수선로 쪽으로 전환한 뒤, 후부 10량을 분리시키기 위하여 검수선 쪽으로 유도 후 수송원B에게 차량유도를 넘겼다.

후부화차 10량이 207 가호 선로전환기를 지나자 수송원B가 차량을 분리시킨 이후, 다시 1번선로로 인상하도록 차량유도를 넘겨받아 인상시켰으며, 화차 8량이 207 나호 선로전환기를 지나자 207 가/나호 쌍동선로전환기를 작업선 쪽으로 전환한 뒤 입환차량을 작업선으로 유도하였다.

이때 수송원B로 부터 유치해 놓은 화차 10량이 굴러 내려간다는 통보를 받고 구르는 차량에 전부로부터 3~4량 째 차량의 수제동기에 접근하여 체결하던 중 하 기울기로 접어들어 차량 이동속도가 높아져서 수제동기 체결을 멈추고 차량에서 뛰어내렸다.

1.3.4 수송원B

수송원B는 2003년 7월 29일 제천역 역무원으로 신규 임용되어 2009년 7월 2일 도담역 수송담당역무원으로 발령받아 사고 당시까지 근무하고 있었으며, 수송담당 역무원 경력은 6년 11개월 이었다.

비번과 휴일 2일간의 휴식을 가지면서 기온이 높아 평소 즐기던 배드민턴 운동을 하지 않고 집에서 휴양을 취한 후 사고당일 3조2교대의 주간조로 출근하였다.

수송원B의 진술에 따르면, 작업 시작 전에 당초 입환계획에 대하여 내근 수송과 로컬관제원, 수송원A와 입환협의를 하였다.

그러나 입환 작업시작 전 본선지장을 덜 주고, 작업시간 단축과 효율적인 작업이 가능하다고 판단하여, 변경 입환계획을 수송원A와 협의하고, 로컬관제원 및 기관사에게는 구두로 통보하였다.

수송원A가 입환기를 유도하여 작업선의 화차 18량을 공기관통 없이 연결하여 1번선로로 인상한 후, 207 가/나호 쌍동선로전환기를 성신양회 인입선 쪽으로 전환하여 입환기를 유도하던 중 66호 입환표지가 현시되지 않은 것을 확인하고 로컬관제원에게 진로취급을 요구하였다.

66호 입환표지가 녹색(진행)으로 현시되어, 입환표지 이후의 진로는 검수선로 방향으로 취급되었을 것으로 추측(평소 입환진로는 검수 4번 선로로만 취급하고 시행하였음)하고, 입환표지 이후의 진로를 확인하지 않았다.

입환기를 유도하여 후부 화차 10량이 207 가호 선로전환기를 지나자 입환차량을 정차시키고 후부차량을 분리하였으며, 분리해 놓은 차량이 검수선쪽으로 유동되었지만 별다른 조치 없이 입환기에 연결된 화차 8량을 북쪽으로 유도하여 작업선으로 이동하던 중 2번선로에 유치해 놓은 화차 10량이 평소

와 달리 정지하지 않고 굴러가고 있었다.

수송원A와 구르는 유치차량에 접근하여 수용제동기를 체결하려 하였으나, 수용제동기를 찾지 못하여 차륜에 자갈을 고여(약 다섯 곳) 구름을 막아보았지만 정지되지 않아, 구르는 차량 전부의 수용제동기로 접근하여 수용제동기를 체결하던 중 차량이 급 하 기울기(23‰)구간으로 진입되어 속도가 가속되자 차량에서 뛰어내렸다.

선로로 뛰어내린 뒤, 로컬관제원에게 성신양회 전용선 입구 건널목과 성신양회구내 선로전환기 전환 등의 조치를 요구하고 성신양회 공장쪽을 확인하니 건널목차단기 내려져 있었고, 차량을 계속 굴러가 성신양회 전용선 10번 선로에 유치되어 있던 시멘트 벌크화차와 충돌 후 전복되었다.

1.3.5 도담역 수송 및 운전담당 역무팀장

도담역 수송담당 역무팀장 유○○(57세, 남)은 1984년 11월 13일 백산역역무원으로 최초 임용, 1997년 12월 11월 현동역 부역장 발령이후, 2015년 6월 1일 도담역 수송담당 역무팀장으로 발령받아 사고당일까지 근무하고 있었다.

사고당일 08:25경 출근하여 이전 근무자로부터 수송업무 인수인계를 받고 08:40경 역장 조회 참석 후 09:00～09:30까지 작업계획서에 의한 안전교육을 실시하고 중부물류사업단장과 역장이 시행하는 구내 안전점검을 수행 후, 12:50까지 점심식사를 하는 관계로 입환협의와 입환작업에 대한 감시는 하지 않았다.

도담역 운전담당 역무팀장 박○○(56세, 남)은 1978년 7월 20일 청령포신호장 역무원으로 임용되어, 1997년 6월 26일 마차리역 부역장, 2013년 2월 4일 도담역 역무팀장으로 발령 받아 사고당시까지 근무하고 있었다.

사고당일 주간 근무조로 08:40경 출근하여 역장 주재 조회를 마치고 09:00

경 전일의 근무조와 인수인계 후 안전점검의 날 행사를 시행하고 로컬관제원과 운전취급 업무를 교대하였다.

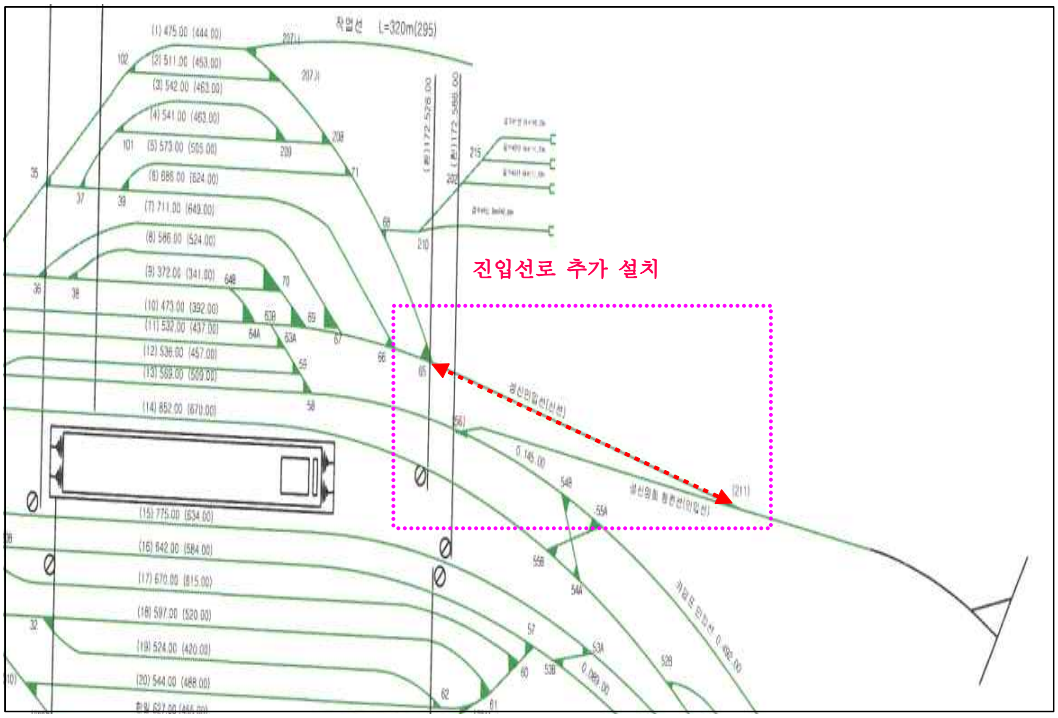
이후 10:40~11:30까지 현장 안전점검을 시행하였고 11:30~12:00까지 운전취급업무를 수행하고 12:30경부터 운전실에서 업무처리 중 13:03경 로컬관제원으로 부터 성신양회 인입선으로 화차가 굴러간다는 통보를 받고 성신양회 건널목 및 공장 관계자에게 전화를 걸어 건널목 차량통제 및 공장구내 빈선으로 진로를 개통시켜달라고 요청하였다.

1.4 현장정보

1.4.1 사고구간의 선로

1.4.1.1 사고구간 선로의 일반사항

도담역 구내 현재의 배선은 1997년 5월 15일 당시 영주지방철도청에서 철도청 운수국에 물동량 증가에 따른 확장을 건의하여 [그림3]과 같이 2004년 12월 27일 궤도를 부설(65호에서 211호를 설치하여 성신양회 전용선과 연결)하였으며, 사고발생 전까지 성신양회 전용선으로 연결한 인입선(65호에서 211호구간)을 운용한 실적이 전혀 없는 상태였다.



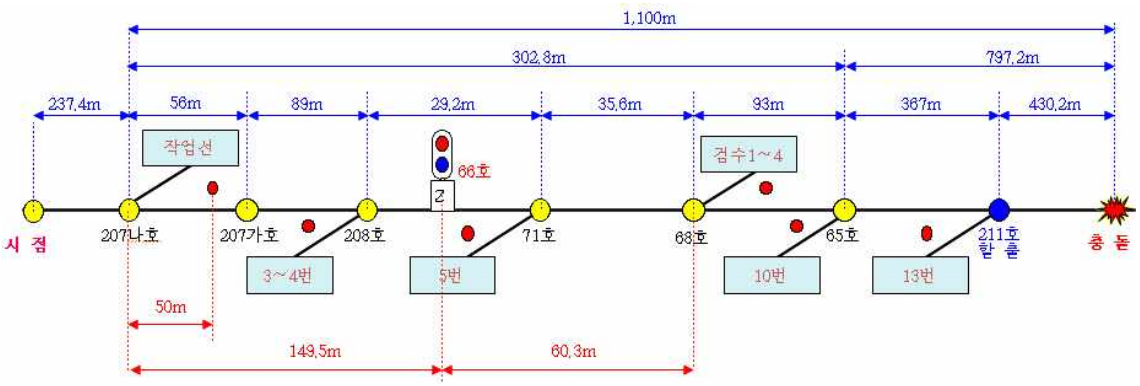
[그림3] 진입선로 추가설치구간

1.4.1.2 사고구간의 선로선형

사고구간은 207 나호 분기기 이후부터 65호와 211호를 지나 성신양회공장 구내 전용선 10번선로까지이며, 이 구간의 종단선형을 보면 분기기 207호에

서 65호까지의 선로기울기는 -0.2～-3.9‰이었으며, 선로전환기 65호에서 211호까지는 -23‰로 급한 기울기를 가지고 있었다.

배선상태를 보면 도담역구내와 성신양회전용선이 별도의 역기능을 갖고 있고 분기기 65호에서 211호까지가 도담역 구내이며, 1번선로 역사 중앙(172.100㎞)에서 충돌지점까지 실제거리를 측정한 값은 [그림4]와 같고, 207나호 선로전환기 부터 충돌지점까지는 약 1,100m이었다.

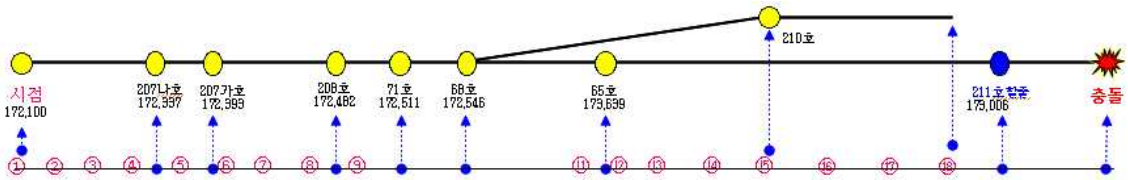


[그림4] 사고구간의 실제거리 측정값

평상시 입환 작업은 68호 선로전환기를 검수선로 방향으로 진로를 확보한 다음 시행하고 있었다. 따라서 평상시 입환 작업을 시행한 선로에 대하여 50m 간격으로 선로 기울기를 측정한 개소와 크 값은 [그림5] 및 [표4]와 같으며, 측정 시점에서 68호 선로전환기까지는 하 기울기였고, 검수선로 방향은 상 기울기였다. 사고당일 68호 선로전환기의 진로는 성신양회 입인선 방향으로 연속된 하 기울기의 종단선형 조건이 만들어 졌음을 알 수 있었다.

순번	거리	기울기	순번	거리	기울기	순번	거리	기울기
①	172.100	-0.4 ‰	⑦	172.400	-3.6 ‰	⑬	172.700	2.3 ‰
②	172.150	-0.3 ‰	⑧	172.450	-1.6 ‰	⑭	172.750	12 ‰
③	172.200	-0.7 ‰	⑨	172.500	-3 ‰	⑮	172.800	19.2 ‰
④	172.250	-0.2 ‰	⑩	172.550	-1 ‰	⑯	172.850	1.4 ‰
⑤	172.300	-3.9 ‰	⑪	172.600	0.8 ‰	⑰	172.900	1.4 ‰
⑥	172.350	-1.9 ‰	⑫	172.650	0.4 ‰	⑱	172.950	1 ‰

[표4]사고구간 선로기울기 측정값



[그림5] 사고구간의 선로기울기 측정개소

1.4.1.3 사고구간 선로 순회점검 및 분기기검측 내용

한국철도공사 충북본부 단양시설사업소에서는 단양구내를 포함한 전체 선로에 대하여 『선로유지관리 지침』(한국철도시설공단, 2015. 3.19 개정, 이하 “선로유지관리 지침”이라 한다) 제206조제1호나목에 따라 주1회 순회점검을 시행하고 있었으며, 분기부에 대한 점검은 2016년 5월 22일 『선로유지관리 지침』 제187조제2호의 측선분기기의 점검주기에 따라 시행하였고, 그 내용과 선로 유지 보수 내용은 [표5]와 같고 도담역구내 분기기 검측내용은 [표6]과 같다.

날짜	레일 종별	침목 종별	체결구 종별	상하1/2	위 치(km)	코일 보수	볼트 보수	분기 보수점검
06.05.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	3	5	도보순회
06.12.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	4	9	도보순회
06.19.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	9	12	도보순회
06.26.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	5	5	도보순회
07.03.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	6	4	도보순회
07.08.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	4	7	도보순회
07.17.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	9	12	도보순회
07.24.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	9	12	도보순회
07.31.	50kg	PCT	코일	단선 및 구내	169k100~175k300	7	7	도보순회

[표5] 사고발생구간 선로 순회점검 내용 및 보수내용

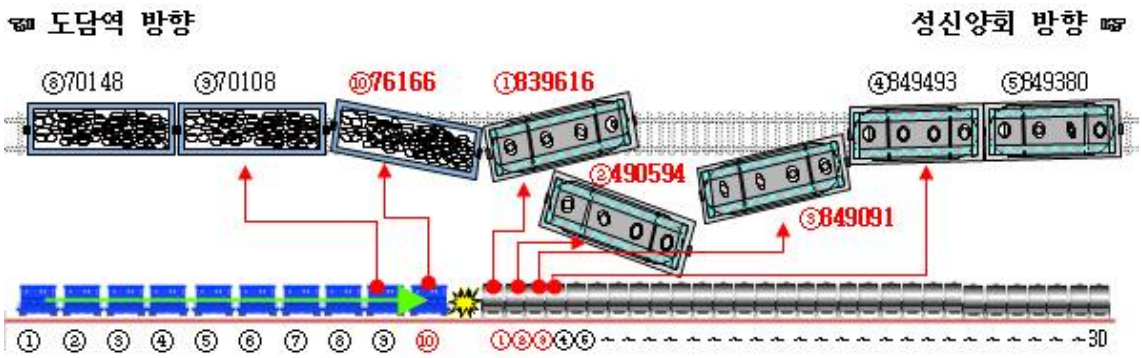
일자	선별	작업구간	작업내용	작업실적	작업인원	비고
2015.05.22	중앙선	도담역 구내	분기기 검측	6틀	3인	양호

[표6] 사고발생구간 분기기 정밀점검

1.4.2 충돌 후 탈선현황

도담역으로 부터 차량 구름을 통보받은 성신양회 선로전환기 취급자는 성신양회 전용선의 502 가/나호 쌍동선로전환기를 시멘트 적하선(공장 내 작업장)에서 유치 10번 선으로 진로를 전환 취급하였다.

이후 백운석 적재화차 10량은 급 하 기울기(23‰)구간을 내려오면서 가속된 채로 성신양회 구내 10번선로로 진입, [그림6] 및 [그림7]과 같이 유치되어 있는 시멘트 적재화차 30량과 충돌 하면서 화차 4량[1]이 탈선(전복)되고 다수의 화차가 파손되었다.



[그림6] 충돌지점의 탈선, 전복된 차량의 위치

[그림7] 충돌지점의 탈선, 전복된 차량의 사진

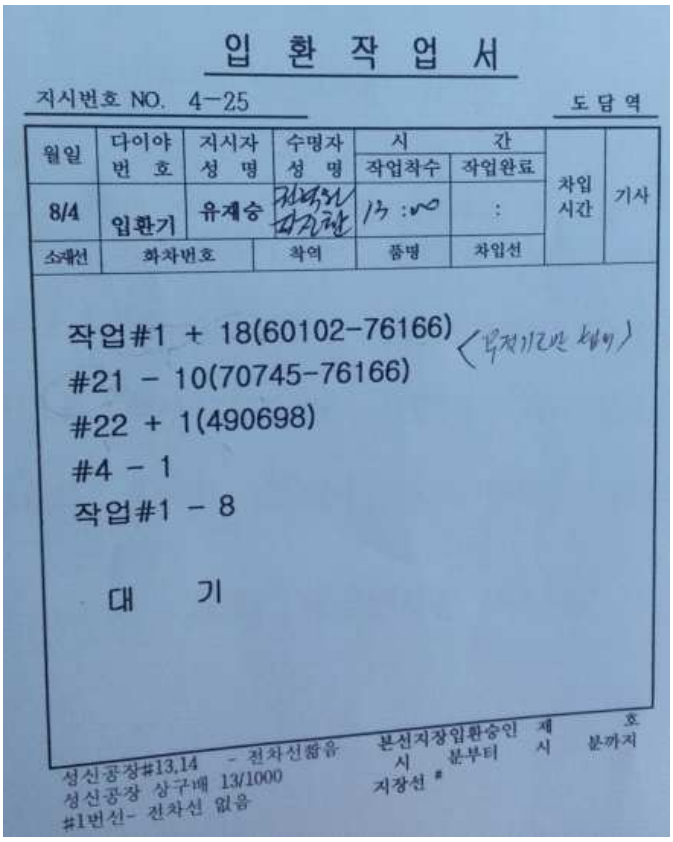
1) 탈선전복차량 : 백운석 적재화차 10량 중 맨 앞 화차(76166호), 성신양회 구내에 유치되어 있던 벌크화차(30량) 중 맨 앞 3량의 화차(839616호, 490594호, 849091호)

1.5 입환 작업 계획과 작업과정

1.5.1 입환작업 계획과 입환작업서의 발행

도담역 수송에서 발행한 입환작업서에는 [그림8]과 같이 작업선에 유치된 화차 18량(공차 8량, 영차 10량) 중 백운석 적재화차 10량을 21번선로로 이동시킨 후 공차 8량을 연결한 채로 22번선로에 유치되어 있는 불량화차 1량을 연결하여 4번선로로 이동시키고 8량은 작업선에 유치하는 입환 작업서를 발행하였다.

입환 작업 착수 전 내근수송담당역무원에 의해 세워진 입환 계획을 수송원A와 B, 그리고 로컬관제원이 협의하고 입환 작업서를 작성, 입환 기관차 기관사에게 전달하고 입환 작업을 시작하였다.



입 환 작 업 서

지시번호 NO. 4-25 도 담 역

월일	다이야 번 호	지시자 성 명	수명자 성 명	시 간 작업착수	시 간 작업완료	차입 시간	기사
8/4	입환기	유제승	전덕진 김진한	13:00	:		
소재선	화차번호		착역	품명	차입선		

작업#1 + 18(60102-76166) <무전기고장 대비>
#21 - 10(70745-76166)
#22 + 1(490698)
#4 - 1
작업#1 - 8

대 기

성신공장#13,14 - 전차선없음
성신공장 상구배 13/1000
#1번선- 전차선 없음

본선지장입환승인 시 분부터 시 분까지 호
지장선 #

[그림8] 도담역 발행한 입환 작업서

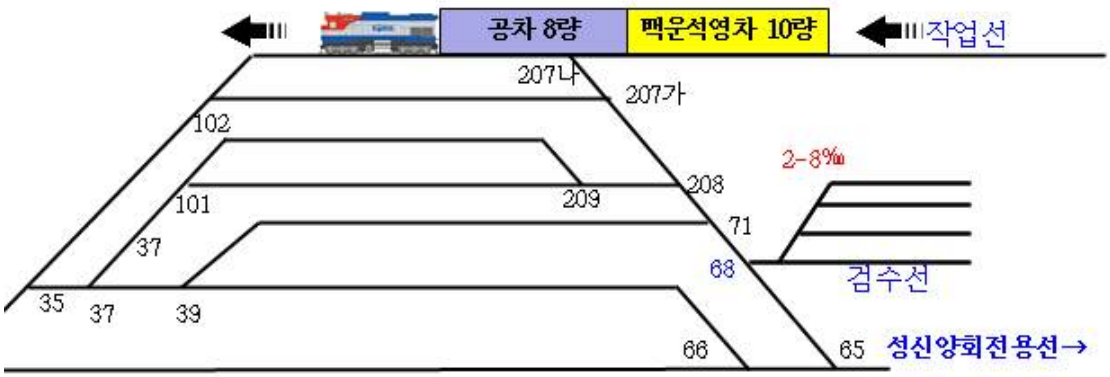
1.5.2 입환작업계획의 변경

수송원B는 작업선의 화차 18량 중 백운석 적재화차 10량을 본선을 경유하여 21번선로로 이동하려면 시간이 과다 소요되기 때문에 입환 작업이 지연되고 어렵다고 판단하고 입환작업의 시간을 단축하기 위하여

수송원A와 화차 18량을 연결하여 1번 선으로 인상하다가 후부차량이 207 나호 선로전환기를 지나면 207가/나호 쌍동선로전환기를 성신양회 인입선 쪽으로 전환한 뒤 차량을 유도하여 후부 10량을 2번선로에 일시 유치한 후 나머지 공차 8량을 작업선에 유치시키고, 다시 2번선로에 일시 유치한 백운석 적재화차 10량을 연결, 본선경유 21번선로로 이동하는 것으로 작업계획 변경을 협의하였다.

1.5.3 입환 작업 과정

작업계획 변경을 마친 후 수송원A가 [그림9]와 같이 입환 기관차를 유도하여 작업선의 화차 18량을 연결하고 제동관호스를 연결하지 않은 채 도담역 1번선로 방향으로 인상하다가 맨 후부화차가 207 나호 선로전환기를 지나자 정차시킨 뒤, 207 가/나호 쌍동선로전환기를 성신양회 인입선 쪽으로 전환시켜 차량을 유도한 후, 수송원B에게 차량유도를 인계하였다.

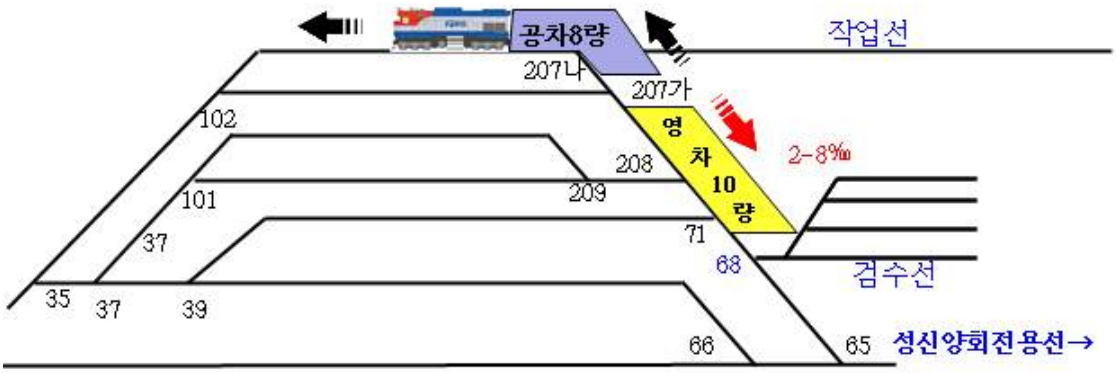


[그림9] 작업선에서 18량을 인출

수송원B는 차량을 넘겨받아 유도할 당시 도담역 66호 입환 표지가 현시되지 않아 로컬관제원에게 무선으로 진로취급을 요청하였으며, 로컬관제원은 입환 차량의 관계진로를 성신양회 인입선 방향으로 취급하고, 66호 입환 표지를 현시하였으나, 66호 입환 표지 이후의 진로를 성신양회 인입선 방향으로 취급한 사실을 수송원에게 통보하지 않았다.

66호 입환 표지가 현시되자 수송원B는 현시된 표지의 관계진로를 확인하지 않고 신호상태(녹색현시)만을 확인하고 입환 차량을 성신양회 인입선 쪽으로 유도하여 화차 18량 중 후부 백운석 적재화차 10량이 207 가호 선로전환기를 지나자 이를 정차시켰다.

정차시킨 입환 차량에서 뒤 화차 10량을 분리하기 위하여 9호차와 10호차의 연결기를 분리하려고 하였으나 화차의 연결기가 하 기울기상에서 인장상태가 되어 분리되지 않자 입환 기관차에 “연결 접근”의 무선전호를 시행하여 [그림10]과 같이 208호 및 71호 선로전환기위에 화차를 분리하였다.

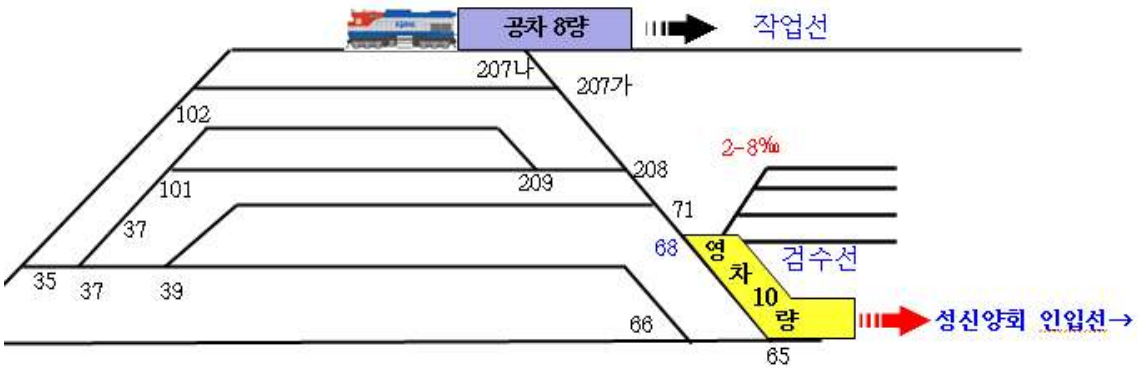


[그림10] 선로전환기(208호 및 71호)위에 차량 유치

수송원B는 입환 차량에서 차량을 분리한 뒤 백운석 적재화차 10량이 성신양회 인입선 방향으로 조금씩 굴렀지만 평상시 같은 구간에서 차량을 분리할 때 차량이 구르다가 검수선의 상 기울기로 약 1량 쯤 구르다가 자연 정차하는 것을 경험하였기에 차량 구름방지 조치를 하지 않았다.

조금씩 굴러가는 차량을 남겨두고 입환기에 연결되어 있는 나머지 화차 8량을 북쪽으로 유도, 인상시킨 뒤 207 가/나호 쌍동선로전환기를 작업선 방향으로 전환하고 화차 8량을 작업선에 유치시키기 위해 작업선으로 이동하였다.

작업선으로 이동하던 수송원B는 일시 유치해 놓은 화차 10량이 [그림11]과 같이 선신양회전용선으로 계속 구름을 확인하고 구르는 차량에 접근하면서 도담역 운전실에 차량이 성신양회 인입선 쪽으로 굴러 내려가고 있는 사실을 무선으로 통보하였다.



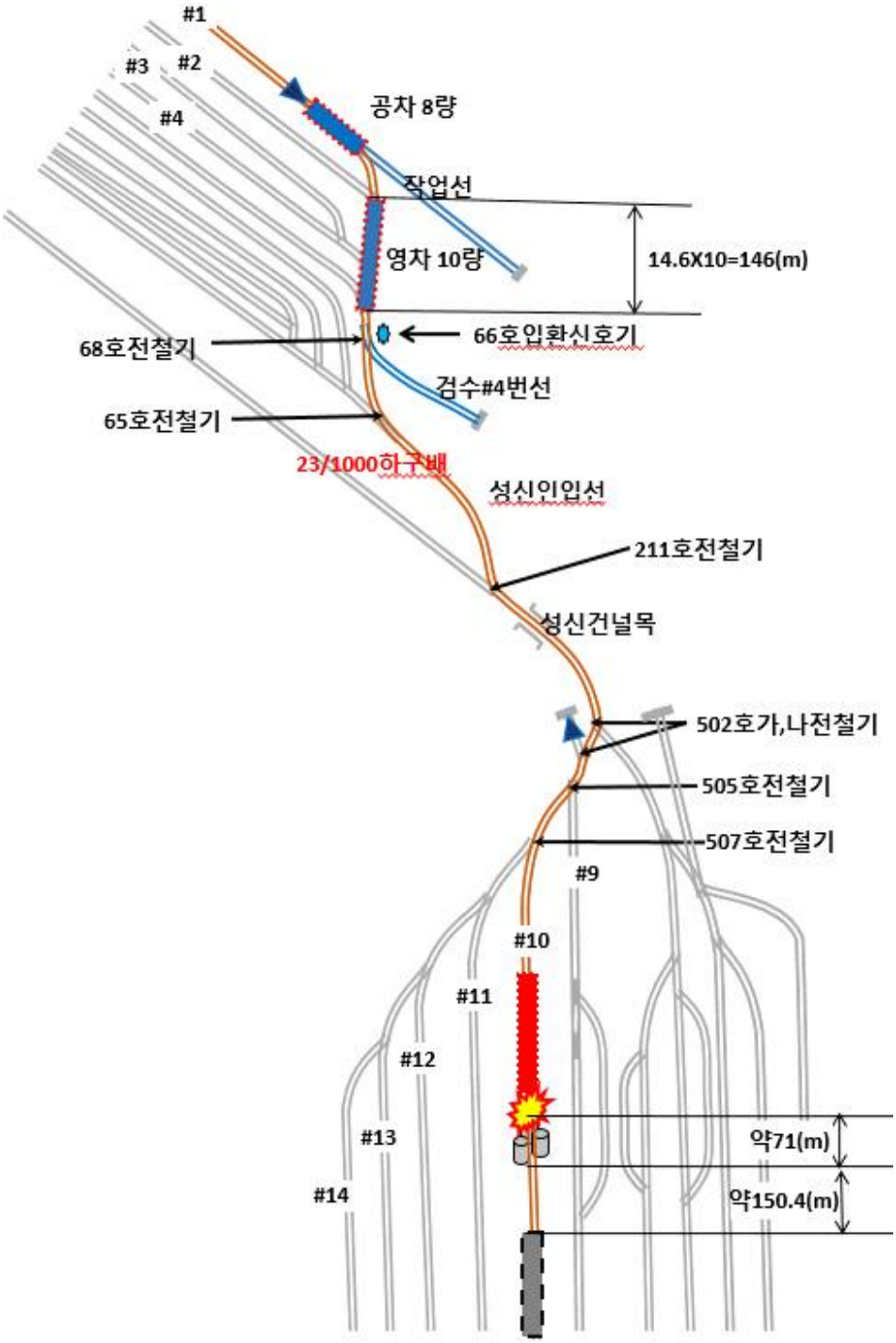
[그림11] 성신양회 인입선으로 굴러간 유치차량

수송원B가 구르는 차량에 접근하여 5개소 이상 차륜과 레일사이에 자갈을 괴어 보았으나 차량이 정지되지 않자 수송원A와 B는 각각 구름방향 최전부 화차와 3번째 화차에 올라 수용제동기를 감았으나 구르는 차량이 급 기울기에 접어들어 속도가 가속되자 차량에서 뛰어내렸다.

수송원A와 B가 구름차량에 대한 정지조치를 하는 사이 도담역 운전실에서는 성신양회 관계자에게 차량구름 사실을 통보하고 안전한 선로로의 진로취급과 건널목 차단기취급을 요청하였다.

수송원B는 차량에서 뛰어내려 성신양회 건널목차단기가 내려진 것을 확인하였고, 구르는 차량은 성신양회 공장의 전용선을 질주하여 공장의 유치되어

있는 다른 차량과 충돌하는 소리를 들었다. [그림10]은 입환차량의 전체적인 구름경로이다.



[그림12] 입환차량 구름경로

1.6 차량 정보

1.6.1 굴러간 차량의 구성과 제원

사고의 피해차량은 도담역에서 입환 작업을 하던 중 굴러 내려간 백운석을 적재한 컨테이너화차 10량과 성신양회공장에서 시멘트를 적재하여 10번 선로에 유치해둔 벌크화차 30량이다.

컨테이너화차 10량에는 백운석이 적재되어 있었고, 차중률[2)]은 0.5, 총 중량은 217.5톤이었다. 벌크화차 30량에는 양회가 적재되어 있었다.

사고로 파손된 차량의 내역은 [표7]과 같다.

순번	차호	차종	소유주	제작년도	제작사	비 고
1	490594	시멘트조차	철도공사	2001.11.23.	태양중공업	대파
2	839616	시멘트조차	현대시멘트	1993.07.12.	현대	대파
3	849493	시멘트조차	아세아시멘트	1992.04.07.	한유	대파
4	76166	평판차	철도공사	2007.11.23.	고려차량	대파
5	849091	시멘트조차	쌍용양회	1991.03.12.	한진	대파
6	20879	유개화차	철도공사	2003.06.13	태양중공업	중파

[표7] 파손된 화차

1.6.2 충돌현장의 차량 이동상태

성신양회 전용선으로 굴러온 컨테이너 화차 10량은 성신양회 10번선로에 유치되어 있던 벌크화차 30량과 충돌하여 맨 앞에 있던 1량과 벌크화차 30량 중 3량은 궤도를 이탈하여 전복되면서 [그림13]과 같이 약 30미터를 더 진행하여 정차하였고, 나머지 27량의 벌크화차는 궤도 이탈한 3량과 분리되어 선로를 따라 약 150미터 밀려난 후 [그림14]와 같이 정차하였다.

2) 차중률 : 차량 1량의 총 중량(자체중량+적재중량)을 표기한 것으로, 기관차는 30톤, 동차 및 객차는 40톤, 화차는 43.5ton을 1로 기준으로 함.

[그림13] 충돌한 컨테이너 화차 (선두 1량 탈선)

[그림14] 충돌 충격으로 밀려나 정차한 벌크화차

1.6.3 수용제동기 상태

사고차량에 적용되어있는 수용제동기의 제동력은 약 4,595kg으로서 『철도차량 안전에 관한 규칙』(국토교통부령 제1호, '13.3.23. 개정) 제70조제2항에서 정하는 제동력[3]을 만족하고 있다.

3) 공차중량 상태인 경우 제동차륜의 레일에 대한 수직력에 대하여 100분의 20 이상

사고 당시 도담역 구내에 유치되어 있던 10량에는 구름막이가 설치되어 있지 않았으며 차량이 구르기 시작할 때 수송원이 맨 앞 차량의 수용제동기를 체결하였다고 진술하였으며, [그림15]의 〈B〉와 같이 수용제동기가 감겨져 있었지만 이것만으로는 전체 차량 10량이 23‰의 하 기울기를 구르기 시작하는 것을 막을 수는 없었다.

<A> 수용제동기 손잡이 <B> 수용제동기의 체인이 감겨진 상태

[그림15] 첫 번째 컨테이너 화차의 수용제동기 상태

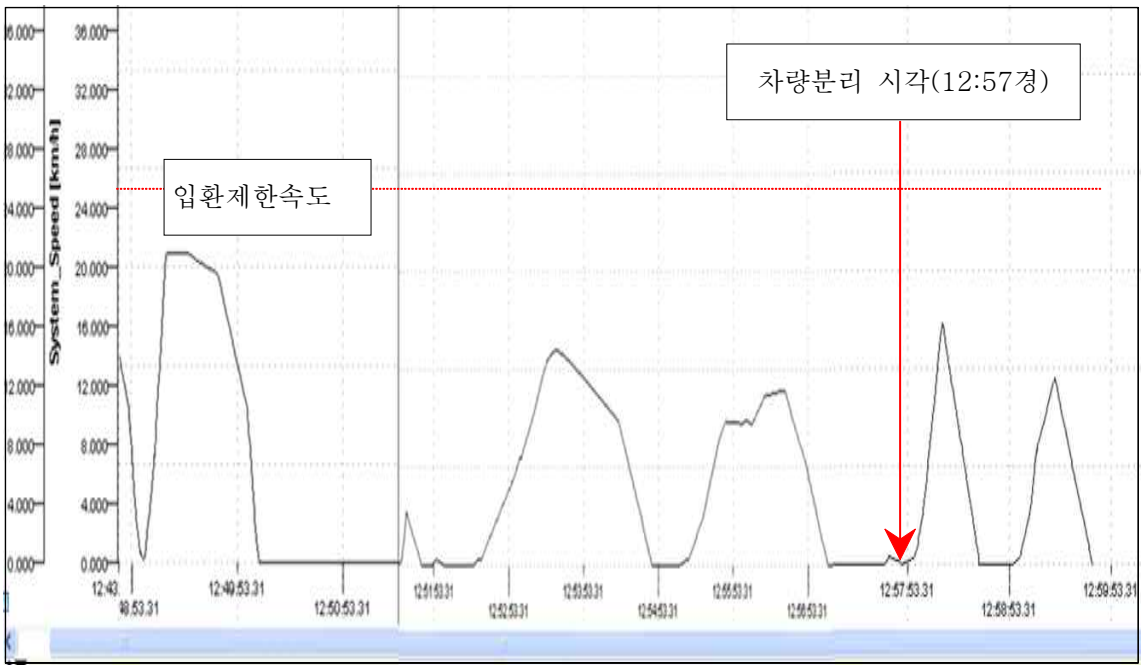
1.7 운행관련 정보기록과 무선통화내용

1.7.1 입환 기관차의 운행정보기록

사고당시 입환 기관차(DL7474호)의 도담역 1번 선로로 진입에서부터 작업선을 경유하여 성신양회 인입선에 10량을 해방(분리)하고 다시 인상하여 작업선으로 진입하다 정차하기까지 운행기록의 결과는 [그림16]과 같았다.

운행기록 결과에서 입환 기관차는 입환 작업 중 입환 최고속도(25km/h)를 초과하지 않았으며, 작업선을 접근하여 화차를 연결하여 에 유치된 화차 18량을 연결하기 위해 281m 이동하였고 10m 이동 후 화차 연결 1m 전방에 정차 후 연결하였고, 연결상태 확인을 위해 약 2m 인출하였다.

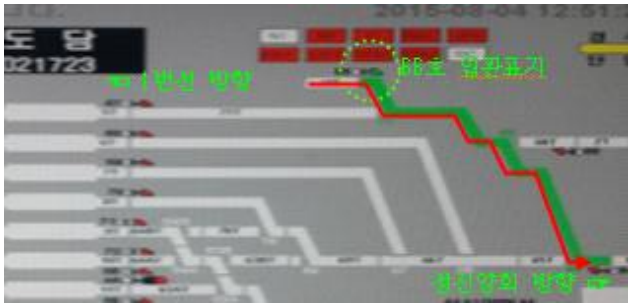
작업선에서 화차18량을 연결한 후 1번선로 방향으로 약 336m 인상하여 정차하였고, 다시 245m를 반대방향으로 운전한 후 정차하여 낮은 속도('0'으로 기록)로 1m를 움직인 후, 다음 반대방향으로 약 91m 이동한 후 작업선으로 89m 이동 하다가 정차하였다.



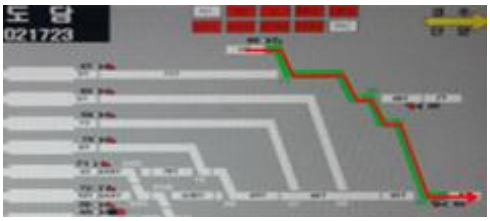
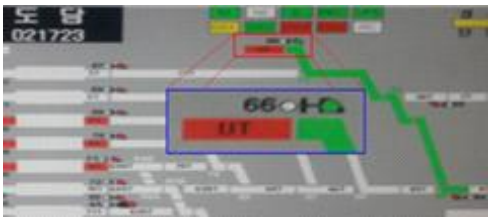
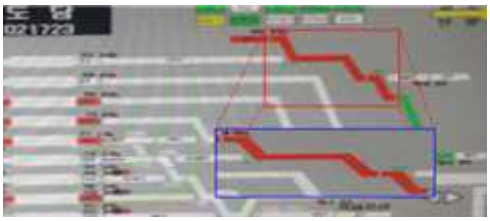
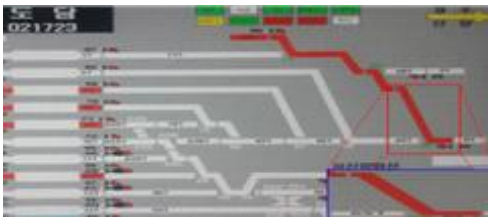
[그림16] 입환기관차(DL7474호)의 운행기록

1.7.2 사고시간대 전자연동표시제어

사고시간대(12:51경) 전자연동표시제어기록에 의하면 [그림17]과 같이 도담역 207 가/나호 표지부 쌍동선로전환기를 지나 검수선과 성신양회 인입선으로 진입되는 진로에서 65호 선로전환기가 전용선으로 취급되고 66호 입환표지가 현시되어 전체적인 진로가 성신양회 인입선으로 취급되어 있었으며, [그림18]은 차량이 성신양회 인입선으로 구르면서 궤도회로를 점유한 결과이다.



[그림17] 사고 직전 구성된 진로와 개통표지

	
12:51:23 SH66 입환진로(#2→성신양회)	12:54:56 성신양회 방향 UT점유
	
12:55:15 성신양회 방향 71T, 68T점유	12:58:02 성신양회 방향 65T점유
12:59:15 성신양회 방향 RT점유	13:01:07 성신양회 방향 RT 궤도복구

[그림18] 사고시간대 전자연동 제어 표시

1.7.3 사고시간대 무선통화 내용

[표8]은 도담역 구내에서의 역과 열차 및 역과 수송원들간의 무선통화내용으로 수송원B는 차량이 구르는 것을 발견하고 무선으로 건널목을 잡으라는 내용과 함께 그 사실을 통보하자 도담역에서는 211호 진로확보, 성신양회 건널목차단 및 성신양회에 화차가 없는 선로로 차량을 유도해줄 것을 무선통보 하였다. 또한 차량충돌 후 전차선로의 단전 발생사실이 열차(4587호 열차)의 통화내용으로 확인되었다.

시간	도담역	수송원B	수송원A
12:58:36 ~		뒤로..굴러가는 것 같은데	
		야야야 굴러내려 간다.	
12:59:46		예, 건널목을 잡아놓으라 그랬습니다.	
13:00:47	건널목 표시기 그러니까 13번 쪽에... 구내에서 굴렀으니까 211 잡아주고.. 저저 성신화차 없는 선으로 잡아줘요		
13:01:03		아! 큰일 났다.	
			에이, 화차 굴렀는데 얘기할 게 뭐 있어, 굴러 내려가고 있는데, 화차 굴러 내려가고 있는데...
13:01:47	돌방 했단 말이야?		
13:03:53		00형 어떻게 됐어요?	
13:05:10 ~	철도 4587 나오세요. 도담역 이상 철도 4587 도담역 이상!		
	4587 지금 고명에서 단양까지 단전됐다는데 차 이상 없습니까?		

[표8] 도담역 무선통화 기록

1.8 관리정보

1.8.1 입환작업 관련 규정과 작업내규 적용 실태

『운전취급 규정』(한국철도공사 사규 제2015-38호, '15.6.18. 개정, 이하 "운전취급 규정"이라 한다) 제64조제4호에 따르면, 수송원은 입환 신호기(입환표지를 포함한다) 신호 또는 기계식 선로전환기 진로가 정당함을 확인하고 입환 전호를 하여야 한다고 규정하고 있으나, 수송원B는 66호 입환표지의 진행 신호 만을 확인하고, 이에 따른 관계진로(검수선로 또는 성신양회 입인선)를 확인하지 않았다.

또한, 차량유치 시 『운전취급 규정』 제82조제4항제3호에 따르면, 차량은 부득이한 경우 이외에는 선로전환기 위에 유치할 수 없다고 규정하고 있으나, 수송원A와 B는 입환작업 시 208호 및 71호 선로전환기 위에 사고화차를 유치를 하였으며, 『운전취급 규정』 제83조제1항에 따르면, 유치해 놓은 차량이 굴러가지 않도록 구름방지조치를 하여야 한다고 규정하고 있으나, 수송원A와 B는 사고화차 10량을 성신양회 인상선에 유치하면서 구름방지 조치를 하지 않았다.

『운전취급 규정』 제8조에 따라 제정한 『운전작업내규』(도담역 제정, 이하 "운전작업내규"라 한다) 제37조제2항에 따르면, 2번선로에서 5번선로로(성신양회 인입선)에 화차가 유치되어 있을 경우에는 68호 선로전환기를 검수선로 취급하도록 규정하고 있으나, 로컬관제원은 68호 선로전환기를 검수선로가 아닌 성신양회 인입선 방향으로 진로를 취급하였다.

1.8.2 도담역 근무현황과 교육훈련 현황

도담역에는 [표9]과 같이 총 56명이 근무하고 있었으며, 수송담당팀장, 내근수송담당역무원, 외근수송담당역무원은 3조 2교대 순환근무 시행하고 있었으며, 사고당시에는 수송담당팀장 1명과 내근 2명, 외근 9명이 근무하고 있

었고, 로컬관제원은 2015년 5월 6일 운전취급자로 지정된 수송담당역무원이 대체근무를 하고 있었다.

직 명	인 원	비고
역장	1명	일근
부역장	1명	일근
역무팀장(수송)	3명	각조 1명
역무팀장(운전)	3명	각조 1명
로컬관제원	3명	각조 1명
역무원(내근수송)	6명	각조 2명
역무원(외근수송)	36명	각조 12명
역무원(화물담당)	3명	각조 1명
계	56명	주간기준 20명/일

[표9] 도담역 근무현황

도담역은 『운전작업내규』 제46조에 작업시작 전 안전교육을 실시하도록 규정하고 있으나, [표10]의 차량고장, 사상사고, 위규취급, 입환 시 취급소홀 등의 사고사례교육과 [표11]의 소속장 교육으로 정신교육과 안전교육, 근무기강확립, 안전확보 긴급명령, 출발검사 강화 등의 교육을 형식적인 날인 중신으로 실시하고 실질적인 안전교육은 실시하지 않았다.

순번	교 육 일	교 육 내 용
1	01월13일	차량고장(12/13제1633열차), 운행장애(12/20제4520열차), 공중교통사상사고(14,12,14)조사결과알림
2	01월15일	항공 철도사고조사위원회 조사결과 및 안전권고사항 알림
3	01월15일	사고(장애)등 발생시 보고계통에 의한 사고급보 철저 지시
4	01월19일	철도안전사상사고(직원)조사처리 결과 알림
5	01월25일	차량고장(2015.11.07.#1974열차) 조사보고 및 예방대책 여객사상사고사례전파 및 예방대책 알림
6	01월30일	위규취급(12/25. 용산역) 조사처리 및 예방대책
7	02월06일	해외철도(뉴욕)건널목 사고사례 전파 및 안전관리 철저
8	02월16일	해외철도 사고 사례(인도 남부 열차탈선) 알림
9	02월20일	해외철도 사고 사례(미국 원유수송열차 탈선, 화재) 알림
10	02월12일	선로전환기 불일치 장애 발생 시 응급 조치 철저
11	02월24일	해외철도 사고사례 알림(스위스 열차 충돌 사고)
12	03월02일	철도안전사상사고(직원)조사처리 결과 알림
13	03월02일	해외 철도 사고사례(미국 여객열차 탈선) 알림

순번	교 육 일	교 육 내 용
14	03월02일	관리장애(2/17 장항선 아산역 출입문 지연 개방 장애) 조사처리
15	03월15일	외국 사고사례 알림
16	03월23일	해외(인도)열차 탈선사고사례 알림
17	04월13일	최근 사고사례 7건
18	04월21일	공중교통사상사고(2015. 2.23 제4858임시새마을열차) 조사처리 및 예방대책
19	05월01일	화물열차 제동완해불량 사례전파 및 안전관리 강화 재 지시
20	05월15일	해외철도(필라델피아) 열차탈선 사고사례 전파 및 안전관리 철저
21	05월19일	해외철도(독일 및 멕시코) 사고사례 전파 및 안전관리 철저
22	06월03일	관리장애(5/9 오봉역) 조사처리 및 예방대책 알림
23	06월09일	직원 감전사례 전파 및 안전관리 강화 지시
24	06월11일	최근 사고사례 6건
25	07월04일	대전지하철 대동역 변전실 화재사례 알림
26	07월07일	한화 케미칼 울산공장 폭발사고 사례
27	07월07일	사고사례 교육 및 예방활동 철저
	07월15일	최근 사고사례 6건
28	07월16일	관리장애(천안아산역 이선진입) 조사처리 및 예방대책 알림
29	07월20일	직원안전사상사고(도안-보천 전기감전) 사례 및 직무사고 예방대책
30	08월01일	신호위반 사례 및 운전취급 엄정지시
31	08월05일	입환 작업관리 철저지시
32	08월08일	관리장애(오송역시설장비 장내정지신호) 조사처리
33	08월26일	철도운행안전협의 철저 지시

[표10] 도담역 사고사례교육내용

순번	교 육 일	교 육 내 용
1	01월02일	공직기강 확립 및 안전 교육
2	01월10일	안전확보 긴급명령 본사 1호에 따른 안전교육
3	01월15일	항공 철도사고조사위원회 조사결과 및 안전권고사항 알림
4	01월16일	직무사상사고 본부주의보 제1호 발령에 따른 안전교육
5	01월26일	직무사상사고 본사경보 제1호 발령에 따른 안전교육
6	01월30일	위규취급(12/25. 용산역) 조사처리 및 예방대책
7	02월02일	근무기강 확립 및 안전 교육
8	03월02일	근무기강 확립 및 안전 교육
9	03월09일	산업재해 예방대책 교육
10	03월13일	직책별 대테러 착안사항 전직원 특별교육
11	03월17일	출발검사 강화 지시
12	03월18일	직무사상사고 본부경보 제1호 발령에 따른 안전교육

순번	교 육 일	교 육 내 용
13	03월26일	인천 클램핑장 화재사고사례
14	04월01일	근무기강 확립 및 안전 교육
15	04월07일	우리역 산업재해 예방대책
16	05월06일	근무기강 확립 및 안전 교육
17	05월08일	직무사상사고 본사주의보 제1호 발령에 따른 안전교육
18	06월01일	근무기강 확립 및 안전 교육
19	06월08일	직무사상사고 본사경보 제2호 발령에 따른 안전교육
20	07월01일	근무기강 확립 및 안전 교육
21	07월08일	화물열차 안전운행 확보 대책
22	07월11일	안전확보 긴급명령 본사 2호에 따른 안전교육
23	07월25일	안전확보 긴급명령 본사 3호에 따른 안전교육
24	07월31일	직무사상사고 본사경보 제3호 발령에 따른 안전교육
25	08월03일	근무기강 확립 및 안전 교육
26	08월04일	안전확보 긴급명령 본사 4호에 따른 안전교육
27	08월05일	성신공장 사고관련 안전 정신교육
28	08월11일	성신공장 사고예방 대책

[표11] 도담역 소속장 교육내용

1.9 날씨와 기상

사고당일 도담역의 기상상황은 아침최저 기온이 21.7℃ 이었으며, 사고시간대인 12:00～13:00까지 대기온도는 29.0℃에서 30.5℃이었고, 습도는 55%에서 57%로 매우 더운 날씨였다.

2. 분석

2.1 입환기관사의 업무와 운행정보기록의 분석

[그림19] 및 [표12]의 운행기록 분석결과와 같이 기관사는 입환작업 중 최고속도(25km/h)를 초과하지 않았으며, 차량 연결기 분리 시점의 운전속도가 0.5km/h로 확인되어 차량분리 시 과격한 충격을 가하지는 않은 것으로 확인되었지만 입환차량 연결 이동시 공관통제동사용을 확인하지 않았다.

[그림19] 입환기관차 운행기록 분석결과

N0	시 간	속도	거 리	분 석 내 용	비 고
①	12:49:02	20	165.363	1번선→작업선(18량 연결하기 위해 출발)	
②	12:50:05		165.644	작업선 연결위치 전방 정차	281m이동
③	12:51:28	3.6	165.644	연결하기 위해 접근	11m이동
④	12:51:39		165.655	연결 후 정차	
⑤	12:51:55	1	165.655	연결 확인을 인출	2m이동
⑥	12:52:02		165.657	정차	
⑦	12:52:28	13	165.657	작업선→1번선 인상(18량 연결 후 인상)	336m이동
⑧	12:54:48		165.993	1번선 인상 후 정차(18량 후부 207호 지난위치)	
⑨	12:55:16	9	165.993	1번→207호 방향 출발	
⑩	12:57:09		166.238	후부 10량이 207호 지나 정차	245m이동
⑪	12:57:42	0.5	166.238	분리되지 않아 연결 접근	1m이동
⑫	12:57:49		166.239	정차	
⑬	12:57:57	16	166.239	207호→1번 인상(10량 해방 후 8량 인상)	91m이동
⑭	12:58:35		166.330	1번선 인상 후 정차	
⑮	12:58:59	12	166.330	1번→작업선 추진 출발(8량)	89m이동
⑯	12:59:42		166.419	작업선 정차	

[표12] 입환기관차 운행기록 분석내용

2.2 수송원A와 B의 업무분석

수송원A와 B는『운전취급 규정』제61조제2항에 따라 공기관통제동을 사용하지 않았으며, 입환 작업 시 차량을 유치할 경우에는『운전취급 규정』제82조제4항제3호에 따라 선로전환기 위에 차량을 유치하지 않았어야 함에도 208호 및 71호 선로전환기 위에 유치하였고,

차량을 유치할 경우에는『운전취급 규정』제83조에 따라 차량이 굴러가지 않도록 구름방지 조치를 하였어야 함에도 2‰ 이상의 하 기울기인 선로에 사고화차 10량을 유치하면서 구름방지조치를 하지 않아, 결과적으로 화차 10량이 굴러갈 수밖에 없는 상황을 초래하였다.

또한, 입환작업 시 수송원은『운전취급 규정』제66조제1항제4호에 따라 입환 신호기(입환표지를 포함한다.) 신호 또는 선로전환기 진로가 정당함을 확인하고 입환전호를 하여야 함에도 수송원B는 66호의 입환표지 현시상태만 확인하고, 평소 66호 입환표지 이후의 진로는 항상 검수선로로 취급된다고 본인의 판단만으로 66호 입환 표지 이후의 진로를 확인하지 않았다.

2.3 로컬관제원의 업무분석

로컬관제원은 본선지장을 적게 하고 시간을 절약할 수 있다는 편의성을 이유로 수송원B가 제안(작업선에서 18량을 연결하여 1번선로로 인상한 후, 후진으로 2번선로로 이동하여 후부 화차 10량을 분리하여 유치한 뒤, 남은 8량을 작업선에 유치하고, 다시 입환기만 2번선로로 이동하여 유치해 놓은 화차 10량을 연결하여 21번선로로 이동)한 입환계획 변경에 협의하였다.

로컬관제원은 입환계획 변경협의 시 유치될 사고화차 10량의 길이가 142.6m임을 감안할 때 선로전환기 위에 유치될 것이 분명함에도『운전취급 규정』제82조제4항제3호의 규정을 위반하여 입환계획 변경을 협의를 하였으며,

또한, 화차가 2번선로에서 5번선로에 유치되어 있을 경우에는 『운전작업내규』 제37조제2항에 따라 68호 선로전환기는 검수선로로 취급하여야 하나, 성신양회 인상선 방향으로 진로를 취급하였고, 진로취급 후 『운전작업내규』 제21조제3항에 따라 68호 선로전환기가 성신양회 인상선 방향으로 취급된 사실을 수송원에게 통지하지 않아 유치차량이 하 기울기가 매우 심한 성신양회 인상선으로 굴러 다른 차량과 충돌하여 탈선에 이르게 하였다.

2.4 선로 선형상태의 적정성

도담역 구내의 분기기 65호와 성신양회전용선의 분기기 211호간을 성신양회 인입선으로 활용하는 경우에는 성신양회 전용선의 안전을 확보하기 위해서는 65호분기기 전단에 안전측선[4]이 설치되었어야 되는 것으로 판단되었다.

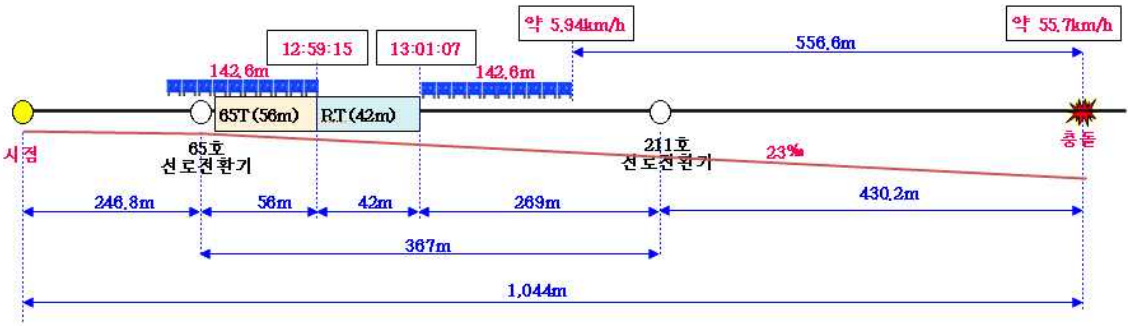
또한, 도담역구내와 성신양회 전용선과의 인입선(65호와 211호사이)은 사용되지 않는 점을 감안하여 인입선으로의 용도를 폐기하고 종단선형을 높여 인상선으로 활용하는 것이 안전측면에서 바람직한 것으로 판단되었다.

4) 안전측선
철도설계편람 및 설계지침 중 궤도선형 및 배선(KR C-14020) 해설3. 정거장 배선계획 8항의 안전측선 설치개소는 “본선 또는 중요한 측선이 다른 본선과 평면교차 또는 분기하는 경우에 상호 열차 간 충돌 등이 우려되어 방호할 필요가 있는 개소”에 설치토록 되어 있다.

2.5 굴러간 차량의 속도계산

굴러간 차량 10량의 길이는 142.6m이고 급 하 기울기(23‰)가 시작되는 65호 선로전환기를 지나 RT궤도회로(42m)를 통과시의 속도와 충돌 순간의 속도를 계산해보면 약 55.725㎞/h로 계산되었다.

[그림20]에서 RT궤도회로 42m를 점유(12:59:15)에서 복귀(13:01:07)까지는 112초가 소요되었으며, 이동거리는 184.6m(차량길이 142.6m + RT궤도회로 42m)이므로 이동거리를 소요시분으로 나누면 약 5.94㎞/h(1.65m/s)이며, 다음 충돌지점까지 거리 556.6m, 급 하 기울기(23‰) 및 차량 10량의 중량은 696톤{696ton, 환산 1.6량(69.6톤)×10량}이다.



[그림20] 굴러간 차량의 시간대별 거리와 속도

일반차량열차에 적용하는 가속도저항 산출식을 이용하여, 23‰ 하 기울기에서 톤당 저항은 23kg/ton(기울기 저항 참고, 하 기울기는 - 값)

f = $\frac{4.17(v_2^2 - v_1^2)}{s}$ 식을 이용하여 정리하면

f = 가속도저항, s = 이동거리

f × s = $4.17(v_2^2 - v_1^2)$

23 × 556.6 = $4.17(v_2^2 - v_1^2)$

12801.8 = $4.17(v_2^2 - v_1^2)$

$v_2^2 - v_1^2$ = 12801.8/4.17 = 3069.97 ≒3070

v_2^2 = 3070 + v_1^2 = 3070 + 35.28 = 3105.28

v_2 ≒ 55.725 km/h(충돌추정 속도)

2.6 관리적 요인의 분석

2.6.1 수송 및 운전역무팀장의 업무분석

수송역무팀장은 안전의 날 행사를 이유로『운전작업내규』제46조에 규정하고 있는 입환작업 감시를 하지 않았으며, 일상적으로 수행하고 있는 수송원들의 입환 작업에서의 위규취급 사실을 확인 관리하지 못하였고 형식적인 교육 관리와 사고당시 입환 작업에 대한 협의, 감시 및 통제를 하지 않았다.

운전역무팀장은 사고당시 경험이 없는 로컬관제원이 대체근무를 수행하고 있었음에도 구내 입환 작업에 대한 운전취급을 로컬관제원에게 위임한 채 운전취급에 대한 감시와 통제를 제대로 하지 않았고, 사고당시 로컬관제원의 잘못된 진로취급을 확인하지 못하였다.

2.6.2 교육시행의 적정성

도담역의 교육내용을 확인 결과 대부분이 사례교육과 소속장 정신교육에 대하여 개인이 날인하는 형식적인 교육이 대부분이었으며, 도담역 운전작업 내규 제46조와 제52조에 대한 실질적인 안전교육이 시행되지 못했다.

3. 결론

3.1 조사결과

3.1.1 입환작업계획을 변경협의 하면서 유치될 화차 10량(142.6m)이 선로전환기 위에 유치될 수 있다는 판단을 할 수 있었음에도 이를 간과한 점과 실제 입환작업을 하면서 『운전취급 규정』 제61조제2항에 따라 공기관 통제동을 사용하지 않았으며, 차량을 유치할 수 없는 장소인 선로전환기 위에 유치한 것은 『운전취급 규정』 제82조제4항제3호의 규정을 준수하지 않았다.

3.1.2 또한, 입환작업시 차량을 유치하면서 차량이 굴러가지 않도록 구름방지 조치를 시행하지 않은 것은 『운전취급 규정』 제83조의 규정을 준수하지 않았고, 입환 표지 이후의 진로를 확인하지 않고 『운전취급 규정』 제66조제1항제4호의 규정을 준수하지 않았다.

3.1.3 화차를 도담역구내 2번선로에서 5번선로에 유치하면서 66호 입환표지 이후의 진로를 검수선로 방향으로 취급하지 않아 『운전작업내규』 제37조제2항을 준수하지 않았으며, 또한 66호 입환표지 이후에 진로에 대하여 수송원에게 통보하지 않아 『운전작업내규』 제21조제3항을 준수하지 않았다.

3.1.4 운행기록 분석결과 입환작업 최고속도는 20km/h를 초과하지 않았고, 연결기 분리 시점의 속도가 0.5km/h로 확인되어 입환기관사의 운전취급에는 소홀함이 없었으나, 수송원의 입환작업변경에 구두로 협의하고 세부 변경사유 등을 확인하지 않았다.

3.1.5 도담역구내 65호 선로전환기와 211호 선로전환기간 성신양회 인입선 선로를 연결하면서, 성신양회 전용선으로 구르는 사고를 방지할 수 있는 안전측선이 설치되지 않았고, 성신양회 인입선 개통이후 사용되지

않는 점을 감안하여 인입선으로의 용도를 폐지할 필요가 있다.

3.1.6 일반차량열차에 적용하는 가속도저항 산출식을 이용하여 굴러간 차량의 충돌직전 속도를 계산한 결과 55.725km/h로 추정되었다.

3.1.7 도담역 수송담당역무팀장은 안전의 날 행사로 작업내규에 명시되어 있는 입환작업 감시를 하지 않았으며, 수송원들의 입환작업에서의 규정 위반 취급 사실을 확인 관리하지 못하였고 형식적인 교육 관리와 사고당시 입환 작업에 대한 협의, 감시 및 통제를 하지 않았다.

3.1.8 도담역 운전담당역무팀장은 입환 작업의 운전취급을 숙련되지 않은 로컬관제원에게 위임하였으며, 사고당시 로컬관제원의 잘못된 진로취급에 대한 관리・감독이 부실하였다.

3.1.9 철도공사 도담역의 교육내용은 형식적인 날인 중심의 교육이 대부분이었으며, 운전 작업 내규에 의한 작업시작 전 실질적인 안전교육이 시행되지 않았다.

3.2 사고원인

항공철도사고조사위원회는 이번사고의 원인을 차량을 유치하여서는 아니 되는 선로에 차량을 유치하고, 유치된 차량에 구름방지 등의 안전조치를 취하지 않아 유치차량이 굴러서 충돌 및 탈선·전복을 일으킨 인적오류로 결정하였으며,

기여요인으로는 입환표지 이후 진로확인 소홀 및 취급진로 상태 미 통보, 성신양회 인입선 설치 시 안전측선을 설치하지 않은 점으로 결정하였다.

4. 안전권고

항공・철도사고조사위원회는「항공・철도사고조사에 관한 법률」제26조에 따라 2015년 8월 4일 발생한 중앙선 도담역 성신양회 전용선 차량충돌 및 탈선사고에 대하여 다음과 같이 권고한다.

4.1 한국철도공사에 대하여

4.1.1 입환 작업 시 작업편의와 시간단축 등을 이유로 공기관통제동을 사용하지 않고, 차량을 유치할 수 없는 선로에 차량을 유치하고 유차차량에 구름방지 조치를 시행하지 않는 일이 없도록 입환 작업이 빈번한 역에 대하여 주기적인 점검시행과 관련규정을 철저히 준수할 수 있는 방안 마련하여 시행할 것

4.1.2 기관사가 입환작업 시 공기관통제동 사용여부를 확인하고, 발행된 입환작업서와 다른 작업이 시행될 때에는 변경된 작업방법과 내용이 적정한지를 확인하도록 관련규정을 보완할 것.

4.1.3 입환 작업 시 선로전환기 진로 개통이후 진로개통 사항을 통보하지 않는 경우와 선로전환기 개통 진로가 정당함을 확인하지 않는 일이 없도록 관련자에 대한 주기적인 교육을 시행할 것

4.1.4 각 역소에서 시행하고 있는 교육내용이 형식적이고 날인 중심으로 진행되지 않도록 실질적인 안전교육 시행방안을 강구할 것.

4.2 한국철도시설공단에 대하여

4.2.1 도담역구내와 성신양회 인입선을 계속 사용하고자 할 경우 65호 선로전환기 전단에 안전측선을 설치하거나, 현재 운용하는 바와 같이 인상선으로 사용한다면 211호 분기기 철거 후 인상선의 종단선형을 65호 분기기 높이로 조정하는 등 안전대책을 검토하여 적정한 방안으로 개선할 것

철도사고조사 과정에서 관계인들로부터 청취한 진술 및 개인정보 등이 수집되었으나,

「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제28조(정보의 공개 금지) 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: sajio0131@korea.kr