

보고서 번호

ARAIB/ R '08 - 08

한국철도공사 중앙선 매곡역구내 무궁화열차 탈선사고 ('08.03.11)

철도사고 조사보고서



2008. 10.



항공·철도사고조사위원회

이 조사보고서는 “항공·철도사고조사에 관한 법률” 제25조 제1항에 의하여 작성되었다.

같은 법 제1조에 의하면 철도사고 등에 대한 조사의 궁극적인 목적은 독립적이고 공정한 조사를 통하여 사고원인을 정확하게 규명함으로써 철도사고 등의 예방과 안전 확보에 이바지하는 데 있다.

또한 제30조에는 사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법 절차, 행정절차 또는 행정쟁송절차와 분리·수행되어야 하고,

제32조에는 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 아니하도록 규정하고 있다.

그러므로 이 조사보고서는 철도분야의 안전을 증진시킬 목적 외에는 사용하여서는 아니 된다.

차 례

I. 개요	1
1. 사고개요	1
2. 조사개요	2
II. 사실정보	3
1. 사고경위	3
2. 피해사항	5
3. 사고복구	5
4. 인적정보	6
5. 기상정보	7
6. 물적정보	8
7. 매곡역 탈선사고 현장정보	10
8. 열차운행기록	11
9. 차량검수 및 선로전환기 유지보수	13
III. 분석	15
1. 사고상황의 시간대별 재구성	15
2. 사고열차의 이선진입 및 탈선과정분석	17
3. 관제사의 관제업무 적정성분석	18
4. 사고열차 기관사의 운전취급 적정성분석	19
5. 선로전환기 불일치장애 원인분석	20
IV. 조사결론	23
1. 조사결과	23
2. 사고원인	24
V. 안전권고(철도공사에 대하여)	26
VI. 부록	27

철도사고 조사보고서

운영기관 : 한국철도공사

사고노선 : 중앙선

발생장소 : 매곡역 구내 (청량리기점 79.810km)
(경기도 양평군 양동면 매월리 566-3번지)

사고유형 : 무궁화열차 탈선사고

사고일시 : 2008. 3. 11(화) 17:34경 (날씨 맑음, 기온 1.6℃ ~ 15.1℃)

I. 개요

1. 사고 개요

2008년 3월 11일(화) 17시 34분경, 한국철도공사 중앙선 매곡역구내에서 청량리역을 떠나 안동역으로 가던 제1609호 무궁화열차가 탈선하였다.

제1609호 무궁화열차는 매곡구내 P21호A 선로전환기를 통과하다가 객차 2량이 탈선되었다.

이 탈선사고로 인한 인명피해는 없었으나 11개 열차의 운행이 지연되어 여객불편 사항이 있었다.

시설의 피해가 발생되어 철도공사에서는 복구작업을 실시하였다.

열차 탈선사고의 구간 및 위치는 그림 1과 같다.

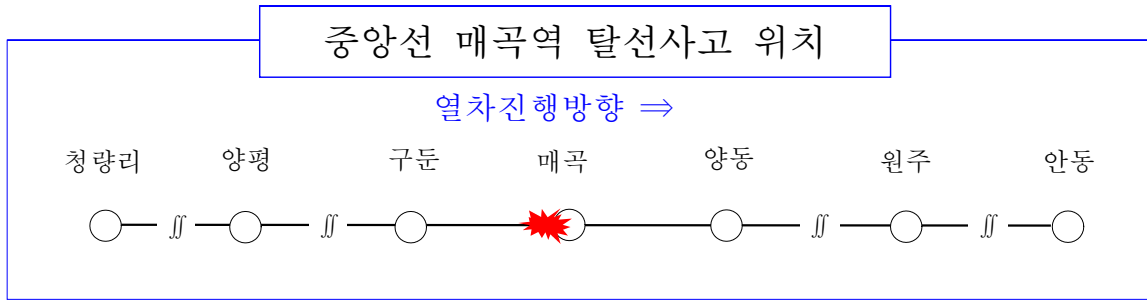


그림1. 사고구간 및 위치도

2. 조사 개요

항공·철도사고조사위원회(이하 “위원회”라 함)에서는 이 탈선사고에 대한 정확한 사고원인을 규명하고 유사사고의 재발방지를 위하여 “항공·철도사고조사에 관한 법률” 제18조에 의한 사고조사를 실시하였다.

사고가 발생한 당일 사고현장인 중앙선 매곡역에 출동하여 사고의 발생경위 등 사고내용을 파악하기 위한 초동조사를 실시하였다.

사고현장에서는 탈선 당시의 사진 등 객관적 자료입수에 노력하고 직접적인 사고관계인의 면담조사를 실시하여 인적오류 관련부분도 조사하였다.

계속하여 관제업무기록 및 열차운행기록, 매곡역신호실 이벤트, 사고현장 CCTV 기록물, 탈선장소의 선로전환기 기술자료 및 기상대 자료도 활용하였다.

사실조사 자료 및 각 이벤트별 기록물을 분석하여 이번 탈선사고의 원인을 규명하였다.

II. 사실 정보

1. 사고 경위

2008년 3월 11일(화) 17시 34분경, 중앙선 매곡역에서 발생한 제1609호 무궁화열차(이하 “사고열차”라 지칭함)의 탈선사고 경위는 다음과 같다.

17시 25분경, 매곡역 P21호 선로전환기 불일치장애¹⁾가 발생되어 철도종합관제센터의 중앙선 화면에는 매곡역 P21호의 깜박거림 현상이 나타나고, 하행장내신호기에는 진행신호가 표시되지 않았다.

관제사는 17시 27분경 조작화면을 통해 매곡역 불일치장애가 나타난 것을 알았고, 이때 썸 사고열차는 구둔역을 정시보다 12분 늦은 상태로 통과하는 중이었다.

관제사는 구둔역에 관제전화를 걸어“제1609호 열차 매곡 장내신호기 외방까지 운행”하도록 하였고, 기관사에게도 휴대폰을 사용하여 같은 내용을 지시하였다.

이어서 관제시스템을 AUTO모드에서 CCM²⁾으로 변환하여 P21호 선로전환기를 수회 조작하였으나 변화는 없었다.

한편, 기관사는 양동역으로부터 매곡역의 장내신호가 장애로 인해 진행현시가 안 된다는 통보를 받고 매곡역 하행장내신호기 앞에서 정차 대기하였다.

기관사는 장내신호기 외방에서 대기하면서 관제사와 통화할 때, 본선 출발신호기는 진행신호를 현시하고 있고 21호A 선로전환기는 본선으로 개통되어 있다고 통보하였다.

관제사는 기관사가 전화로 보고한 내용을 듣고 ‘수신호생략 승인번호 제440호’를 부여하고 열차를 매곡역 구내로 진입하도록 지시하였다.

1) 선로전환기 불일치장애 : 선로전환기의 고장, 즉 선로전환기 제어정자 위치와 현장 선로전환기 위치가 일치하지 않는 상태 또는 선로전환기의 동작간과 쇄정간이 일치되지 않은 상태

2) CCM : Consol Control Mode

기관사는 매곡역 구내로 진입 중 열차의 후부가 부분선 방향으로 돌아가는 것을 인지하고 제동을 체결하였다.

사고열차는 21호A 선로전환기를 통과하면서 기관차로부터 객차 3량(5호,4호,3호)은 본선방향으로 정상적으로 통과하였고, 객차2호 후부대차 차륜부터 객차1호, 후부의 발전차는 부분선 방향으로 이선진입하여 그 중 객차 2량(2호,1호)이 탈선하였다. 사고현장 상황은 그림2 내지 그림4와 같다.



그림2. 매곡역구내 탈선현장 약도



그림3. 열차탈선전경 1



그림4. 열차탈선전경 2

2. 피해사항

2.1 인명 피해

사고열차는 79명이 승차하고 있었으며, 인명피해는 없었다.

2.2 물적 피해

사고열차의 차량은 1호객차(11286호), 2호객차(12766호) 및 4호객차(12573호)의 일부 부품이 파손되어 대전철도차량관리단에서 수리되어 비용은 약 66,836,000원이 되었다.

시설물 파손은 탈선사고 시 레일의 일부 뒤틀림으로 인한 복구비가 약 17,215,000원이며, 매곡21호B 선로전환기의 파손으로 수리비는 약 11,441,000원이고

물적 피해 합계는 약 95,492,000원 이었다.

2.3 열차지연 조치 및 반환료

이 사고로 열차운행이 중단된 동안, 용문역과 양동역을 오가는 버스 6대를 동원하여 승객을 수송하였고, 상·하선 11개 열차지연 반환료는 약 2,965,100원이 지급되었다.

3. 사고복구

사고 복구작업을 위해 관할지사인 수도권동부지사의 차량, 시설 및 전기분야에서 170여명의 인원과 청량리차량사업소의 기중기와 충북지사 제천차량사업소의 비상복구 차량이 출동하였다.

탈선차량의 복구는 21시 50분경 실시되어 22시 36분경 본선이 개통되었고 시설 및 신호설비는 23시 40분경 완전 복구되었다.

궤도의 변형 및 굴곡으로 복구하는데 사용된 재료는 표 1과 같다.

명 칭	수 량	비 고
레일 (50kg)	25m	
PC침목 (50kg)	24개	
나사 스파이크	200개	
코일 스프링	200개	
절연블럭 (8t)	250개	

표1. 궤도복구에 사용된 주요재료

또한, 파손된 P21호B 선로전환기를 복구하는데 사용된 재료는 표2와 같다.

명 칭	수 량	비 고
밀착조절간(B330-A, 50kg이하)	1조	
침단간 (B329-A, 50kg이하)	1조	
기역쇠 (B329-1)	2조	
절연이음매관(FRP, 50kgN)	2조	
잠바선 (MLFC)	25m	

표2. 선로전환기 복구에 사용된 주요재료

4. 인적 정보

4.1 사고열차의 기관사

사고열차의 기관사(이○○, 만42세)는 충북지사(제천기관차승무사업소) 소속으로, 1982년 2월 25일 당시 철도청 소속의 기관조사로 최초 임용되었고, 1990년 2월 28일 기관사로 등용되어 운행한 누적거리는 총 677,531km로 기록되어 있다.

적성검사는 1989년 4월 20일 실시되어 종합판정결과 합격으로 기록되었고

교육훈련은 철도인력개발원에서 1997년 5월 19일부터 5월 30일까지 운전과정을, 2002년 4월 8일부터 5월 3일까지 신형 EL기관차과정을 수료하였다.

상벌사항으로 40만km 무사고운전 표창, 20년 근속 표창이 있었고 징계는 없었다.

사고발생 전 행적으로 3일간의 휴무가 있었으며, 휴식 중 음주나 약물의 복용은 없었고, 사고당일 8시 33분경 부기관사와 함께 출무신고 및 적합성검사를 받고 제1632열차를 청량리까지 운전하였다.

4.2 담당 관제사

담당 관제사(임○○, 만46세)는 철도교통관제센터(일반관제팀)에 소속되어 중앙선 관제업무를 수행하고 있으며, 1982년 6월 21일 당시 천안기관차사무소의 기관조사로 최초 임용되어 1990년 1월 20일 기관사로 등용되었고, 2005년 2월 28일부터 당시 대전지역본부 관제업무를 시작으로 2006년 5월 2일부터 중앙선 관제사로 근무하고 있다.

상벌사항으로 2002년 9월 18일과 2004년 2월 29일 두 차례의 철도청장 표창을 받았고, 2004년 10월 27일은 대한적십자사 총재의 표창을 받은 바 있으며, 징계처분 기록은 없었다.

교육훈련사항으로 1997년 4월 7일부터 4월 18일까지 철도인력개발원 운전과정을 이수하였고, 2005년 3월 14일부터 5일간 CTC관제사 양성교육, 2006년 7월 10일부터 7월 21일까지 Korail관제센터 운영 등 관련교육을 이수하였다.

5. 기상정보

사고현장인 매곡역의 행정구역은 경기도 양평군 양동면으로, 지형으로 보면 경기도 양평과 강원도 원주의 중간정도에 위치하고 있으며

사고 당일의 기상은 맑음, 양평지역 최저 1.7℃ 최고 14.7℃, 원주지역 최저 1.6℃ 최고 15.4℃로 기록되어 산술평균하면 매곡역은 최저 1.7℃, 최고 15.1℃가 예상된다.

6. 물적정보

6.1 사고열차의 정보

사고열차는 표3에 나타난 바와 같이 제1609무궁화(DL7101호, 현차6량, 환산7.4량)열차는 중앙선 청량리역에서 16시 출발하여 안동역에 20시 11분 도착하는 열차로서, 디젤기관차 1량, 객차 5량, 발전차 1량이 편성되었다.

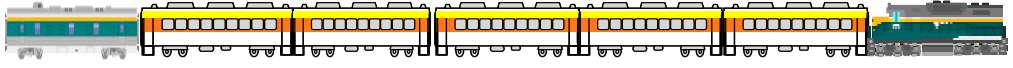
열차번호 (제1609호)							
차량편성 (객차번호)	99401호 발전차	11286호 1호차	12766호 2호차	10166호 3호차	12573호 4호차	12609호 5호차	DL7101호 기관차
차량길이 (m)	14.9	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	20
	152.4m						

표3. 사고열차의 편성

6.2. 매곡 P21호A 선로전환기의 정보

전기선로전환기는 전동기의 힘을 이용하여 선로분기기(포인트)를 전환해서 선로방향을 변환하는 장치로서 내부에 장치된 클러치³⁾를 통해 선로전환기를 정위와 반위⁴⁾로 전환하는 힘을 전달하게 된다.

전기선로전환기 종류는 1964년 개발된 NS형이 1976년 규격이 제정되어 현재까지 사용되고 있으며, 1990년 보완 개발된 NS-AM형은 1997년부터 사용되어 주로 신설되는 선로에 설치되고 있다.

3) 클러치 : 전동기의 회전력을 전달하고 전동기가 회전 또는 정지할 때 기어에 충격을 주지 않도록 관성을 흡수하는 역할을 한다. 또 과부하 또는 전환 도중에 방해받을 때 전동기를 보호하기 위하여 설치한다. 교류 NS형 전기선로전환기는 마찰 클러치, 교류 NS-AM형은 전자 클러치가 사용되고 있다

4) 정위(Normal Position) : 선로전환기가 상시 개통되어 있는 방향
반위(Reverse Position) : 선로전환기가 상시 개통되어 있는 방향의 반대방향

매곡 P21호A 선로전환기는 NS형으로 마찰클러치⁵⁾가 내장되어, 외기온도에 대응하도록 매년 2회 정밀조정하고 있었으며, 2007년 10월 17일 가을철 정밀조정이 실시된 것으로 기록되었다.

매곡 P21호A 선로전환기는 15번 편개형분기기⁶⁾로 일반 분기기에 비해 큰 전환력이 요구되고 있다.

매곡역 P21호 선로전환기의 내부구조와 제원은 그림5 및 표4와 같다

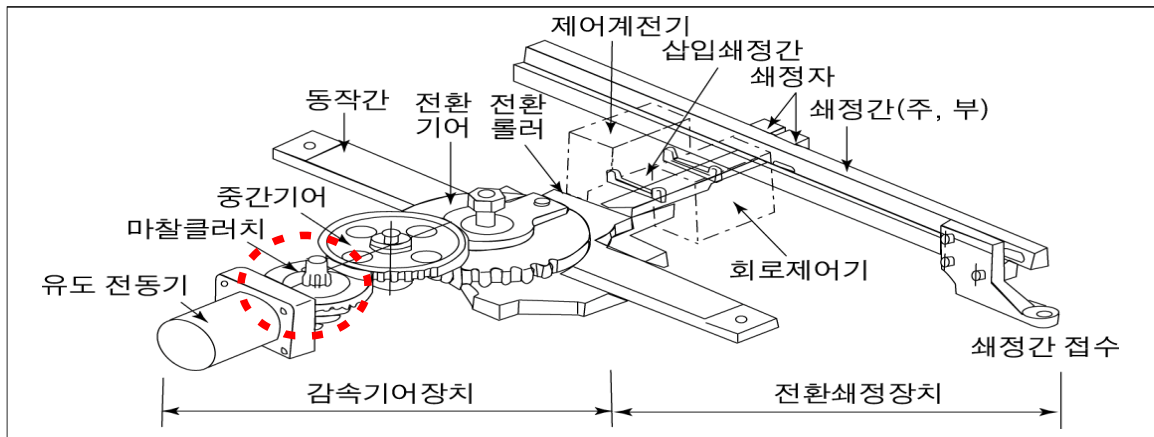


그림5. 전기선로전환기 내부구조도

명 칭	전기 선로전환기					비 고
	형별	제작사	설치년도	전환횟수/일	총전환횟수	
매곡신호장 21호A	NS	삼한	2001	25	36,347	
매곡신호장 21호B	NS	대광	1996	25	88,140	

표4. 매곡신호장 21호A/B 선로전환기의 제원

- 5) **마찰클러치** : 특수 구리스가 봉입된 다중 합판식 클러치로 회전 마찰판과 고정 마찰판을 서로 겹쳐 스프링으로 눌러 마찰 회전력을 전달하는 방식으로 쉽게 회전력을 가감할 수 있다. 마찰 클러치의 내부에는 구리스를 충전하고 있으며, 이 구리스는 온도에 의해 점도가 변화하므로 이에 따라서 관성흡수력이 변하게 된다. 전동기 내부는 주변온도에 따라 -20[°C]~+60[°C] 정도로 온도 변화가 있으며, 이에 따라 년2회 정도 마찰클러치의 조정이 필요하며 조정시기는 겨울과 여름의 초기가 적당하다. 설치 후에도 클러치 조정을 위하여는 동작간에 동작을 방해하여 클러치를 습동시키고 이때의 습동전류를 측정하는 것이 간편하고 정확하다. 여름철에 기온이 높아지면 전환력이 약해지게 되므로 클러치를 조이는 경향이 있으나 이대로 겨울철에 풀지 않고 사용하면 클러치의 관성흡수력이 적어져서 전환차 정지 시에 일어나는 충격으로 전환로라, 로라핀, 치차, 모타 축 등이 쉽게 손상되는 요인이 된다.
- 6) **15번 편개형분기기** : 분기기 크로싱각의 크기에 따라 번호가 부여되며 크로싱의 침단에서부터 벌어진 점이 1m가 되는 지점까지의 길이가 15m의 크기인 분기기로서, 직선궤도로부터 좌측 또는 우측의 한쪽으로만 분기된 분기기를 지칭한다.

7. 매곡역 탈선사고 현장정보

매곡역은 구내가 본선과 부분선으로 구성되어 매월터널(L=900m)을 지나 하구배(12.5%) 직선상태로 신호기를 쉽게 식별할 수 있는 편이다.

2005년 4월 1일부터 무인신호장으로 변경되어 열차의 교행 또는 대피하는 운전취급역으로 운영되어 철도교통관제센터의 AUTO모드로 원격 조작되고 있으며, 이례사항 발생 시 CCM으로 전환하여 관제사가 취급하고 있다.

참고로, ‘중앙선 청량리~원주간 복선전철화공사’를 2010년까지 완료 예정으로 진행 중이며, 매곡역은 이 구간에 포함되어 있다.

<사고현장 상태 >

사고열차는 기관차를 포함한 총 7량으로 편성되어 앞에서부터 기관차, 5호, 4호, 3호객차는 본선방향으로 진입하였고, 2호객차 후부차륜과 1호객차는 궤도이탈한 상태로, 후부의 발전차량은 부분선의 P21호B 선로전환기 앞에서 정차되었다.

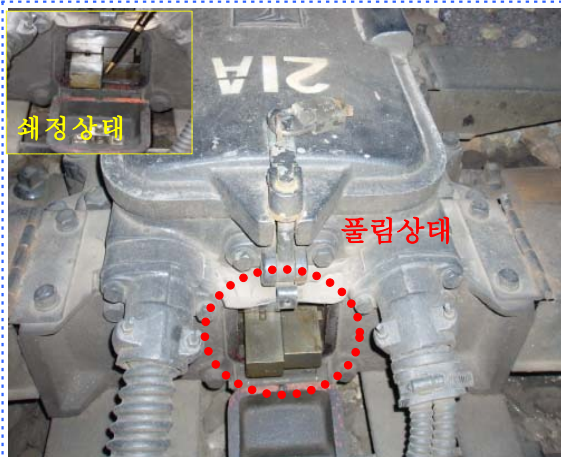


그림6. P21호A 쇄정자 풀림상태



그림7. P21호A 부분선 방향 열림

P21호A 선로전환기의 쇄정자는 그림 6과 같이 쇄정(Lock)되지 않은 풀림상태로, 분기부는 그림 7과 같이 부분선 방향으로 열려 있었던 것이 확인되었고, 우측 텅 레일 침단부는 이선진입 시 차륜 후렌지의 충격으로 보이는 굽힌 흔적이 있었다.

이와 다른 P21호B 선로전환기 텅레일은 이선진입한 1호객차 후부차륜이 진행할 때 밀착조절간 등이 파손되었다.

8. 열차운행기록

사고열차의 운행기록장치(표6)를 표5와 같이 분석하였으며, 정차 위치에서 출발(17:32:34)하여 매곡역구내로 진입하는 13초 동안(17:34:00~17:34:13) 수신호 운전 제한속도(25km/h)를 초과한 26km/h~30km/h로 약 100m(386.805km~386.905km)를 진행하였다.

시각 [시간,초]	구분	기관사 운전사항 (주요항목 발취)				분석내용
		누적운행(Km)	간격 (m)	속도 (Km/h)	취급 내용	
17:32:25	9	386.550	0	0	상용제동 취급	* 장내신호기 외방 정차
17:32:34	41	386.550	5	0	제동 완해	* 매곡역구내로 출발
17:33:15	29	386.555	145	4		
17:33:44	16	386.700	100	22		* P21호A 본선통과
17:34:00	0	386.800	5	25		
17:34:00	1	386.805	5	26		* 제한속도 초과시작 (25Km/h⇒26Km/h)
17:34:01	2	386.810	15	26		* 2호객차 후부차륜,P21호A 부분선으로 이선진입
17:34:03	6	386.825	45	28		* 2호객차 후부차륜 탈선
17:34:09	4	386.870	35	29	상용제동 취급	* 기관사, 탈선인지 급제동
17:34:13	7	386.905	20	26	- “ -	
17:34:20	7	386.925	20	0	- “ -	* 열차정지
계	115		375			

표5. 열차운행기록 분석

17:34:01경, 속도 26km/h일 때 2호객차 후부차륜이 P21호A 선로전환기의 부분선 방향으로 이선진입하여 약 2초 후(17:34:03) 최초 탈선한 것으로 판단된다.

기관사는 탈선 후 6초(17:34:09) 경과된 상태에서 후부객차의 탈선을 인지하고 상용제동을 취급하였으며, 이 때 열차속도는 29km/h였다.

사고열차가 장내신호기 외방 정차지점에서 출발하여 P21A 선로전환기까지 운행한 거리는 약 150m, 출발 후 기관사가 사고를 인지하고 제동을 체결한 거리는 약 320m, 제동체결하고 55m정도 더 진행하다가 정차하였고, 운행거리는 375m이다.

Deuta ADS - [c:\w...w71010311.dat] - 모든 값

파일 편집 보기 판독/제거 및 포맷 기타 등록정보

엔진 번호 7101 처음 라인 10.03.2008 - 22:26:59 465.625 km
 사용자ID KNR-현안 끝 라인 11.03.2008 - 20:57:10

위치 /km	시간	V1	A1	A2	Ms	m	s	c	M	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
386.795 km	11.03.2008 - 17:33:59	25	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.800 km	11.03.2008 - 17:34:00	25	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.805 km	11.03.2008 - 17:34:00	26	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.810 km	11.03.2008 - 17:34:01	26	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.815 km	11.03.2008 - 17:34:02	27	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.820 km	11.03.2008 - 17:34:02	27	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.825 km	11.03.2008 - 17:34:03	28	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.830 km	11.03.2008 - 17:34:04	28	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.835 km	11.03.2008 - 17:34:04	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.840 km	11.03.2008 - 17:34:05	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.845 km	11.03.2008 - 17:34:06	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.850 km	11.03.2008 - 17:34:06	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.855 km	11.03.2008 - 17:34:07	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.860 km	11.03.2008 - 17:34:07	30	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.865 km	11.03.2008 - 17:34:08	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.870 km	11.03.2008 - 17:34:09	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.875 km	11.03.2008 - 17:34:09	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.880 km	11.03.2008 - 17:34:10	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.885 km	11.03.2008 - 17:34:10	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.890 km	11.03.2008 - 17:34:11	29	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.895 km	11.03.2008 - 17:34:12	27	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.900 km	11.03.2008 - 17:34:12	27	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.905 km	11.03.2008 - 17:34:13	26	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.910 km	11.03.2008 - 17:34:14	23	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.915 km	11.03.2008 - 17:34:15	20	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
M2 386.920 km	11.03.2008 - 17:34:16	18	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.925 km	11.03.2008 - 17:34:19	14	0	255	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.925 km	11.03.2008 - 17:34:20	0	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
386.925 km	11.03.2008 - 18:05:30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

2호차 이전 진입
 2호차 후부차륜 탈선
 제동취급(상용제동)
 열차정차

커서 차이보기

	커서1	커서2	차이
시간	11.03.2008 17:32:17	11.03.2008 17:34:16	00:01:59
위치	386.545	386.920	0.375
Speed	4	18	14
Analog1	0	0	0
Analog2	255	255	0
Ms	???	???	0

그래프 보기 그래프 전체보기

시작 코래일그림 포... 이동력 제7101호 프레젠테이션1 Deuta ADS - [...] KO A 오후 11:35

표6. 사고기관차 운행기록 (발췌)

9. 차량검수 및 선로전환기 유지보수

9.1 사고열차의 차량검수

< 기관차(DL7101호) 검수 >

사고열차 기관차(DL7101호)의 1년 검수는 누적주행거리 1,413,098km일 때 부산철도차량관리단에 2007년 10월 17일 입고되어 전동기 방진판 점검 등 54개 항목을 검수하였고

3개월 검수는 누적주행거리 1,442,420km일 때 영주차량사업소에 2008년 1월 18일 입고하여 운행정보기록계 데이터저장 등 156개 항목을 검수하였으며

1개월 검수는 누적주행거리 1,457,058km일 때 2008년 2월 17일 제천차량사업소에 입고하여 운행정보기록계 데이터 저장 등 145개 항목을 검수하였으며, 그 외 일상검수가 실시되었다.

< 객차검수>

사고열차의 탈선된 1호객차(11286호)는 6개월 검수를 청량리차량사업소에 2007년 11월 20일 입고하여 대차 각부의 마모여부 등 100개 항목이 검수되었고

2호 객차(12766호)는 1년 검수를 동 소속에 2008년 1월 22일 입고하여 휘장판 부품상태 점검 등 167개 항목이 검수되었다.

사고당시 기관차 및 객차 성능상의 문제점은 없었다.

9.2 매곡역 선로전환기의 유지보수

매곡역은 한국철도공사의 ‘신호장(소) 운영개선 시행’⁷⁾에 따라 2005년 4월 1일부터 무인신호장으로 변경 운영하여, 신호시설물 유지보수는 수도권동부지사 원주신호제어사업소 양동 신호제어주재에서 3조 2교대로 6명이 근무하고 있다.

7) 신호장(소) 운영개선 : 한국철도공사 문서 (2005.3.29)

3조 2교대 근무체계에 적용하여 중앙선의 운전취급 신호장 6개소(능내,신원,아신,석불,매곡,판대)에 대하여 2005. 4. 1부터 무인화로 운영

원주신호제어사업소는 표7과 같이 매곡역 P21호A 선로전환기를 2007년 10월 17일 ‘가을철 선로전환기 특별점검’을 실시하면서 마찰클러치를 정밀조정 하였다.

2007년 12월 22일 전동기 동작전압 전류측정, 2008년 3월 5일 해빙기점검 시 매곡구내 5대의 밀착검지기 센서감도 점검, 쇄정상태 확인, 볼트너트 이완유무 확인, 클러치 동작상태 점검 등이 실시되었으며

일상 순회점검으로 3월 5일 CTC장치 주간 점검, 3월 8일 매곡구내 전선로 점검, 3월 9일 매곡 전자연동장치 전원점검, 신호기 및 궤도회로장치 주간 점검이 실시된 것으로 기록되었다.

한편, 수도권동부지사는 2008년 3월 10일자 공문으로 관할 5개 신호제어사업소장에게 ‘봄철(해빙기)선로전환기 특별점검’을 2008년 3월 24일부터 4월 11일까지(19일간) ‘선로전환기클러치 및 밀착검지기 점검’을 지시하였으나 점검이 실시되기 전 3월 11일 사고가 발생되었다.

장소	구분	기기명	점검조정 사항	
			마찰클러치 조정 (+조임, -이완)	슬립전류 조정
매 곡 역		P21호A	반바퀴 (-)	10.2 ⇒ 7.5 A
양 동 역		P23호	반바퀴 (-)	11 ⇒ 7.3 A
		P51호A	반바퀴 (-)	12 ⇒ 7.2 A
관 대 역		P51호A	반바퀴 (-)	10.8 ⇒ 7.5 A

표7. 2007 가을철 선로전환기 점검결과

Ⅲ 분석

1. 사고상황의 시간대별 재구성

사고와 관련된 관제실 이벤트기록, 사고열차 운행기록, CCTV기록 등의 표시 시각을 관제실의 GPS기준으로 동기화하였고, 표 8과 같이 재구성하였다.

- ① 철도관제실은 AUTO모드로 P21호 선로전환기 반위진로로 구성하여 제3340호 상행열차를 부분선으로 통과시켰다.(16:56:41~16:57:20)
- ② 이어서, 제1609호 하행열차의 본선 통과를 위해 P21호 선로전환기 정위진로로 구성하였으나 불일치장애가 발생되어 하선 장내신호기의 현시가 불가하였다.(17:25:49)
- ③ 관제사는 CCM모드로 변환하고 P21선로전환기의 전환을 4회 시도하였으나 불일치 장애는 지속되고 진로구성도 실패하였다.(17:30:18~17:33:38)
- ④ 제1609호 열차는 매곡역 하선 장내신호기 외방에 정차하였다.(17:32:25)
- ⑤ 이때 관제사가 기관사에게 진행 수신호생략 승인번호 제440호를 부여하였다.
- ⑥ 제1609호 열차는 정차위치에서 매곡역 구내로 출발하여(17:34:07) 기관차가 P21호A 선로전환기 통과 후 약 3~4초 간격으로 5호객차, 4호객차, 3호객차도 통과(17:34:40~17:34:51) 하였다.
- ⑦ 사고열차는 25km/h이하로 제한된 구간을 26~30km/h 속도로 약 13초간 운행하였고(17:34:54~17:35:07), 속도초과 운행하는 동안 2호객차 전부차륜은 P21호A 분기기 본선방향으로, 후부차륜은 부분선 방향으로 이선진입하여 진행하다가 탈선된 것으로 분석되며(17:34:57), 이 때 속도는 28km/h였다.
- ⑧ 뒤따르던 1호객차와 발전차는 2호객차 후부차륜을 따라 P21호A 분기기의 부분선 방향으로 이선진입하여 진행하였고, 이때 기관사는 탈선을 인지하고 상용제동을 취급하였다.(17:35:03)

⑨ 제동에 의해 저하된 속도로 진행하던 사고열차의 1호객차 후부차륜이 부분선 P21호B 분기기 텅레일을 파손하고 최종정지(17:35:14)하였다.

시간 대	내 용	비 고
16:56:41	제3340호 상행열차 위한 매곡P21호 반위 취급(AUTO모드)	관제실 자동모드
16:57:20	제3340호 상행열차 출발	
17:25:34~37	매곡 4A-B, 1A-1DN 취급	
17:25:49	P21호 선로전환기 정위 불일치, 하장내신호 현시불가	불일치장애 발생
17:29:26~28	173T점유, 제1609열차 하행진입	
17:30:18~17:33:38	매곡 P21호 진로요구취급 (CCM모드) 4회 불능	관제사 원격취급
17:32:25	제1609호 열차 매곡 하장내 외방 정차	
17:34:07	제1609호 열차 출발 (386.550km)	
17:34:11	제1609호 열차 장내신호기 진입 (P21AT1점유)	
17:34:38	제1609호 열차 속도22km/h	
17:34:40	기관차 P21호A 본선방향 통과	
17:34:44	5호객차 P21호A 본선방향 통과	
17:34:47	4호객차 P21호A 본선방향 통과	
17:34:51	3호객차 P21호A 본선방향 통과	
17:34:54	열차 제한속도 초과 (25km/h ⇒ 26km/h)	
17:34:55	2호객차 후부차륜 P21호A 부분선방향 진입 (26km/h)	P21호A텅레일틈새
17:34:57	2호객차 후부차륜 최초 탈선 (속도 28km/h)	
17:34:59	1호객차 P21호A 부분선방향 통과	
17:35:01	열차속도 30km/h	
17:35:03	발전차 P21호A 부분선방향 통과, 상용제동 취급(29km/h)	기관사 상용제동
17:35:10~11	2호~1호객차 탈선상태로 진행	
17:35:12	1호객차 P21호B 텅레일 파손	
17:35:14	사고열차 정지	

표8. 사고상황의 시간대별 재구성

2. 사고열차의 이선진입 및 탈선과정 분석

- ① P21호A 선로전환기가 불일치 장애로 인해 전기적·기계적인 쇄정(Lock)이 이루어지지 못하고 그림 8과 같이 쇄정자는 풀린 상태에서
- ② 사고열차가 P21호A 선로전환기를 통과할 때 열차하중 및 속도에 의한 진동으로 텅레일이 유동되어 틈이 벌어지게 되어
- ③ 마침, P21호A 선로전환기를 통과하던 2호객차 후부차륜이 텅레일의 벌어진 틈새로 이선진입하여 진행하다가 최초 탈선되었고, 뒤따르던 1호객차도 연이어 이선진입하여 부분선으로 진행하다가 탈선되었으며(그림 10, 11)
- ④ 사고열차는 제한속도가 초과된 26~30km/h의 속도로 운행하는 동안 탈선된 것으로 추정된다.

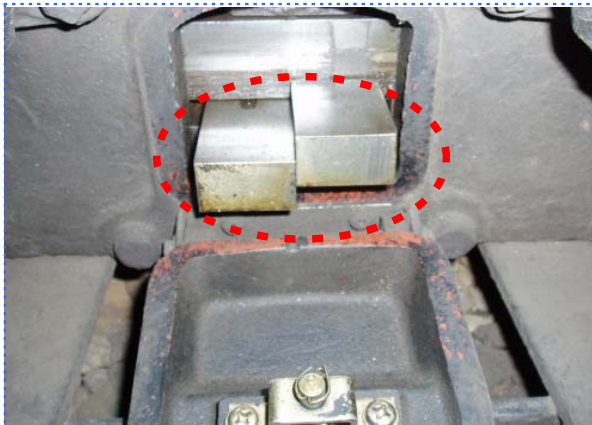


그림8. P21호A 쇄정자 풀림(사고당시)

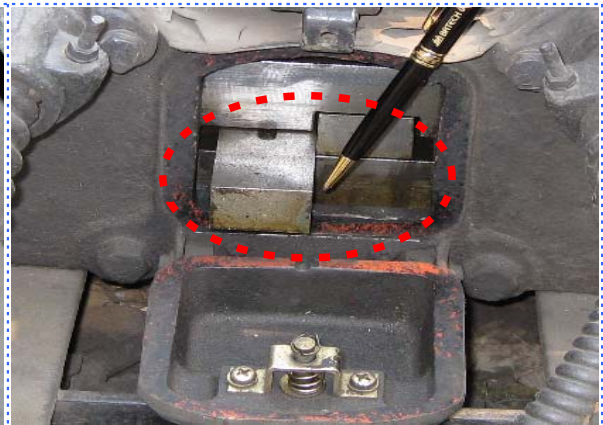


그림9. 쇄정자 정상적 쇄정상태

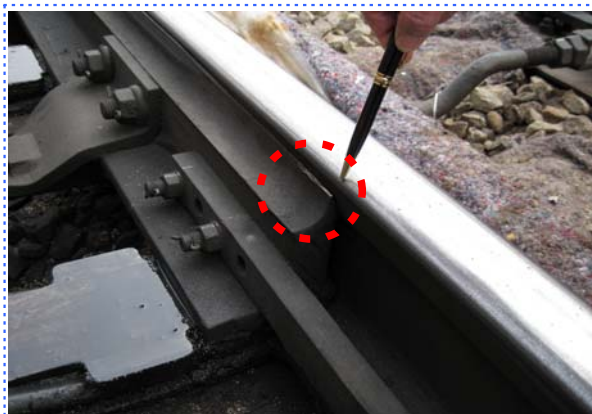


그림10. P21호A 텅레일첨단 충격 흔적



그림11. P21호A 반위상태(부분선방향)

3. 관제사의 관제업무 적정성 분석

담당관제사○○○는 사고당일 관제실 표시판넬에서 그림 12와 같이 매곡 P21호 선로전환기에 노랑색 감박거림 현상으로 불일치장애를 인지하였고, 12분 늦게 구둔역을 통과하는 “제1609호 열차를 매곡역 장내신호기 외방까지 운행”하도록 조치하였다.

후속으로 관제실 조작반의 AUTO모드를 CCM으로 전환하고 수동원격조작으로 P21호 선로전환기를 4회 전환을 시도하였으나 불일치장애는 해소되지 않았다.

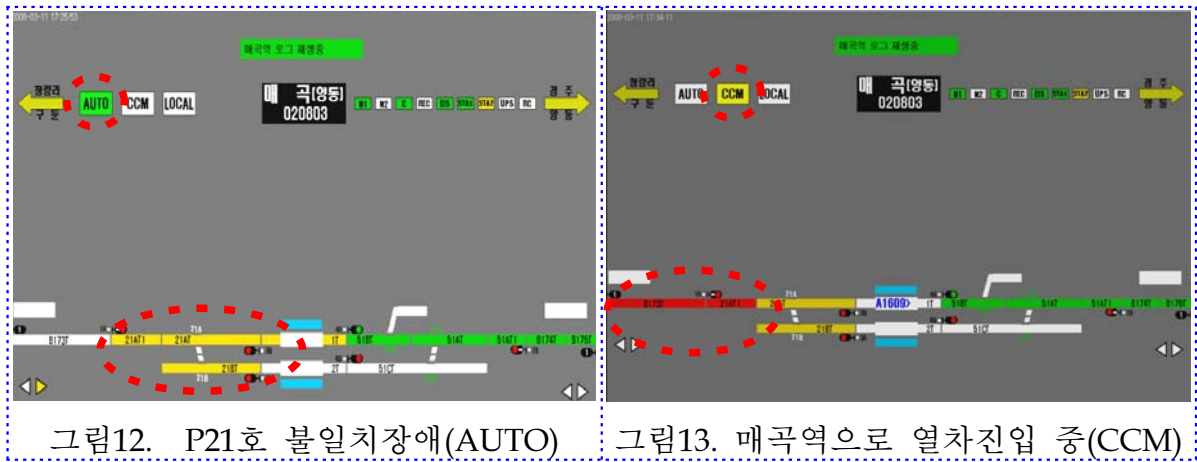


그림12. P21호 불일치장애(AUTO)

그림13. 매곡역으로 열차진입 중(CCM)

마침, 열차가 하선 장내신호기 외방에서 정차 대기할 때, 기관사가 P21호A 선로 전환기를 원거리에서 육안으로 확인하여 본선방향으로 개통되어 있다는 보고만 받고 기관사에게 수신호생략승인 제440호를 부여하였고, 사고열차는 그림 13과 같이 매곡역구내로 진입하였다.

관제사는 P21호 선로전환기의 불일치 장애를 인지하고도, 정시보다 12분 늦게 운행하는 제1609호 열차의 소통만을 우선순위로 서두르다가 무인정거장의 이례사항 발생 시에 적용하는 「운전취급시행세칙 제223조 제2항 제4호」⁸⁾를 망각하였다.

8) 운전취급시행세칙 제223조(무인정거장 및 운전취급생략역의 운전취급) ②항 4

4. 장애발생시 무인정거장으로 향하는 열차가 인접역을 출발했을 경우에는 다음 각목에 의하여 조치할 것.
- 가. 관제사는 관제실 제어판넬 또는 역조작판 등으로 관계선로 및 선로전환기의 잠금상태 등을 확인하여 이상 없음이 확실한 경우에는 해당 열차의 기관사(장비운전원 포함)에게 이를 통보, 수신호를 생략하고 진입하도록 지시 및 승인할 것. 이 경우 기관사(장비운전원 포함)는 승인 번호에 의거 일단 정차 후 25km/h이하로 진입 또는 진출하여야 한다.<개정 2007. 7. 1>
- 나. 가목의 확인이 되지 않을 경우 관제사는 해당 열차의 승무원(차장, 기관사)으로 하여금 관계 선로전환기를 수동으로 취급하여 열차의 진출입을 하도록 조치할 것
- 다. 차장승무원열차의 경우 차장은 관계 선로전환기를 전환 후 열차를 유도하여야 하며, 기관사는 열차의 맨 뒤가 해당 선로전환기를 완전히 통과한 후 정차하고 차장의 출발전호에 의하여 출발할 것

또한, 수신호생략 승인번호를 부여하면서 선로전환기를 반드시 수동으로 채정하도록 요청하지 않은 채, 무인정거장 장애에 대한 안전조치 없이 열차를 진입하도록 조치한 부분은 이번 탈선사고의 직접적인 인적오류로 지적된다.

담당관제사는 중앙선 관제업무를 2006년 5월 2일부터 약 1년 10개월의 관제업무 하면서 무인정거장인 매곡역 구내를 직접 현장 확인한 적이 없었으며, 선로전환기 불일치장애로 인해 사고로 연결될 수 있다는 상황인식이 부족했던 것으로 보인다.

4. 사고열차 기관사의 운전취급 적정성 분석

기관사○○○는 제1609호 열차를 부기관사와 동승하여 청량리역을 16시 출발하여 구둔역에는 정시(17:15)보다 12분 늦은 17시 27분경 통과한 후

매곡역 장내신호기 외방에 정차 중 관제사로부터 “장애로 수동 취급해야 될 것 같다.”고 연락받고 “본선 출발신호기는 진행신호를 현시하고 선로전환기도 본선으로 되어 있다.”고 전방 투시상태만을 관제사에게 통보하여 “수신호생략승인 제440호”를 부여받아 매곡역으로 진입하면서 제한속도가 초과된 26~30km/h로 운전하였다.

이 탈선사고는 선로전환기의 불일치장애가 복구되지 않은 상태일지라도 반드시 수동취급이 실시되었다면 사고를 방지할 수 있었으며, 기관사가 장애중인 선로전환기의 채정상태를 확인하지 않은 채 관제사로부터 부여받은 수신호생략 승인으로만 열차를 매곡역으로 진입한 부분은 무인정거장에서의 운전취급시나리오⁹⁾를 소홀히 한 기관사의 인적오류로 지적된다.

9) 무인정거장에서의 운전취급 시나리오

- 4 인접역 출발 후 무인정거장 장애(장내신호기에 진행현시불능)를 통보받은 경우
 나. 선로전환기가 채정이 안된 경우 ① 선로전환기의 채정상태 등이 확인되지 않을 경우 관제사의 지시에 의거 관계 선로전환기를 반드시 수동취급
 ② 동력차에 적재된 수동핸들과 열쇠(S2)로 해당전철기의 자물쇠를 열고 수동핸들을 삽입, 전철기를 전환 후 반드시 기계적 채정(채정간이 채정창에 완전히 삽입)과 전기적 채정(삽입구와 채정 핀이 대각선이 됨)을 확인한 뒤 수동핸들을 빼고 그 상태에서 비치된 잠금 핀(채정핀 또는 목편)을 삽입한다.
 ③ 수동핸들과 열쇠는 동력차에 적재한다.
 ④ 25km/h이하로 진입하여 이후 출발신호기 현시조건에 따라 운행한다..

탈선상황을 재구성하면, 제한속도를 초과할 때 P21호A 선로전환기 이선진입 및 탈선이 나타났으며, 속도 초과한 부분은 탈선사고의 일부 원인으로 지적된다.

5. 선로전환기 불일치장애 원인분석

P21호A 선로전환기는 NS형으로 2001년 설치된 이후 매년 봄가을로 년 2회 정밀조정을 통해 성능이 확보되고 있었다.

사고 직후, 현장에 출동한 철도공사 관계자들에 의해 P21호A 선로전환기 전환시험¹⁰⁾을 통하여 마찰클러치의 전환력¹¹⁾이 약화된 것을 확인하였고, 즉시 정밀조정을 실시하여 정상기능이 확보되었다가 2008년 6월 13일 밀봉형 클러치¹²⁾로 교체되었다.

5.1 외기온도의 영향여부 분석

선로전환기의 마찰클러치가 외기온도의 급상승 영향여부를 분석하기 위하여 매곡역 P21A 선로전환기를 정밀조정한 2007년 10월 17일의 기온과 사고당일인 2008년 3월 11일 기온은 표 9와 같으며, 매곡역 외기온도는 양평과 원주의 중간에 위치하므로 두 지역을 산술 평균하였다.

구 분		'07.가을정밀점검 (2007.10.17)	'08. 해빙기점검 (2008.3.5)	사고 당시 (2008.3.11)
최고온도 (℃)	양평	20.1	8.2	14.7
	원주	20.3	8.0	15.4
	매곡 (예상)	20.2	8.1	15.1
최저온도 (℃)	양평	7.4	-3.2	1.7
	원주	6.7	-1.5	1.6
	매곡 (예상)	7.1	-2.4	1.7

표 9. 매곡역 외기온도 현황

10) 선로전환기 전환시험 : 선로전환기의 일련의 동작시험을 의미하며, 선로전환기 전동기의 회전력이 클러치와 기어 등을 거쳐 침단레일을 정위 또는 반위로 전환하고 기본레일에 밀착·쇄정의 단계로 원활하게 동작되는지 여부를 시험하는 것

11) 클러치 전환력 : NS형 300kg, NS-AM형 400kg, MJ81형 200~400kg

12) 밀봉형클러치 : NS형 선로전환기에 사용되는 마찰클러치의 성능을 개선한 대체품으로, 클러치 외함을 일체형으로 만들어 구리스의 누출을 막고, 마찰판의 기능을 향상 개선한 개발품이며 주기적인 클러치 조정할 필요가 없음.

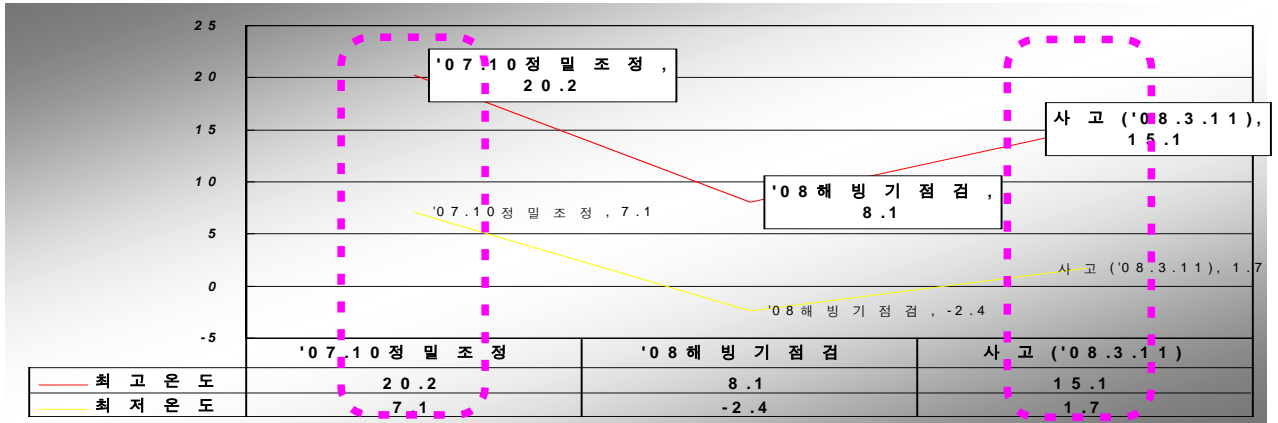


표 10. 매곡역 외기온도 비교표

- ① 사고당일의 최고기온(15.1℃)은 마찰클러치를 정밀조정당일의 최고기온(20.2℃) 보다 오히려 약 5℃ 낮은 상태였다.
- ② 사고당일의 일교차는 13.4℃, 정밀조정당일의 일교차는 13.1℃로서 비슷한 일교차를 나타내고 있는 것으로 보아 선로전환기 불일치장애 원인이 외기온도의 영향이라고 볼 수 없었다.

5.2. 마찰클러치의 전환력 약화 원인분석

NS형 선로전환기는 1976년 철도규격품으로 보급된 이래, 마찰클러치를 봄·가을로 년 2회 정밀조정을 통하여 여름과 겨울의 온도변화에 대비하고 있다.

이보다 보완된 밀봉형 클러치가 개발되어 점차로 교체되고 있으나, 매곡역은 중앙선 청량리~원주간 복선전철화 사업이 2010년까지 완료예정으로 진행되고 있어 기존 운행구간의 시설개량은 보류되고 있었다.

또한, 매곡 P21호A 선로전환기는 15번 편개형분기기 설치개소로 일반개소의 선로전환기에 비해 클러치 전환력이 크게 요구되고 있으나, 2005년 4월 무인신호장으로 변경된 이후에도 전환력이 비교적 떨어진 NS형이 계속 사용되었다.

이런 여건에서 P21호A 선로전환기 마찰클러치 정밀조정 등 유지보수는 신호설비 보수규정에 의해 빠짐없이 실시되었지만, 봄철 정밀조정을 앞두고 장애가 발생되어 정밀조정 시기가 적절하지 못한 것으로 판단된다.

결과적으로, P21호A 선로전환기 마찰클러치 전환력 약화 원인은

- ① 비교적 큰 전환력이 요구되는 15번 편개형분기기 설치개소에 일반적으로 사용되는 NS형 선로전환기의 마찰클러치가 설치된 상태에서
- ② 무인신호장인 매곡역의 선로전환기 마찰클러치에 대한 정밀조정 또는 검사를 강화할 필요성이 있었으나 이를 검토하지 못하였다.

IV 조사 결론

1. 조사결과

- 1.1 매곡역은 2005년 4월 1일부터 무인신호장으로 운영되어 철도관제실의 운전 관제에 의해 열차의 통과, 교행, 대피 등 운전취급이 되고 있다.
- 1.2 사고당일 철도관제실의 AUTO모드로 매곡역에 제3340호 상행열차를 통과시킨 후 하행 제1609호 열차 진로설정 중, P21A 선로전환기의 불일치장애(17:25:49)로 인해 전기적·기계적 쉐정(Lock)이 이루어지지 않았다.
- 1.4 사고열차인 제1609호 무궁화열차의 차량성능은 이상이 없었으며, 인접역인 구둔역을 정시보다 12분 늦게 통과하였다.
- 1.5 관제사는 시스템을 AUTO모드에서 CCM모드로 전환하고 P21호 선로전환기의 진로설정을 수회 시도하였으나 실패하였고, 불일치장애(17:30:18~17:33:38)도 지속되었다.
- 1.6 관제사는 매곡역 선로전환기 불일치장애를 조치 중, 기관사로부터 P21호 선로 전환기가 본선으로 개통되어 있다는 말을 듣고 열차소통만을 우선순위로 서두르다가 수신호생략 승인번호(440호)를 기관사에게 부여하였다.
- 1.7 기관사는 선로전환기의 쉐정상태를 확인하지 않고 관제사의 실수로 부여받은 수신호생략 승인번호(제440호)를 부여받고 열차를 매곡역으로 진입하면서 제한속도 (25km/h)가 초과된 26~30km/h 속도로 운전하였다.
- 1.8 수신호생략 승인 시 선로전환기의 쉐정상태를 확인하고 수동쉐정을 실시 하였다면 탈선사고는 발생하지 않았다.

1.9 매곡역 P21호A 선로전환기는 마찰클러치의 전환력 약화에 의해 불일치장애가 발생되었으며, 큰 전환력이 요구되는 15번 편개형분기기에 일반적으로 사용되는 마찰클러치가 설치된 상태에서 정밀조정 또는 검사를 강화하지 못하여 불일치장애가 발생된 것으로 지적된다.

2. 사고 원인

매곡역 선로전환기 불일치장애로 수신호생략 운전취급하는 과정에서 담당 관제사와 기관사의 인적오류가 탈선사고로 연결되었다.

2.1 담당관제사의 인적오류

- ① 제1609호 무궁화열차의 수신호생략 승인과정에서 12분 지연 운행되고 있는 열차의 소통만을 우선순위로 생각하고 선로전환기의 쇄정상태 확인을 망각한 채, 수신호생략 승인번호(440호)를 기관사에게 부여하여 열차를 매곡역으로 진입하도록 조치하였다.
- ② 무인정거장에서 이례사항 발생 시 지켜야할 아래 관계규정을 준수하지 않았다.
 - 운전취급시행세칙 제223조 제2항
 - 무인정거장에서의 운전취급 시나리오

2.2 사고열차 기관사의 인적오류

- ① 기관사는 무인정거장인 매곡역 선로전환기의 쇄정여부가 불확실한 불일치장애 상태에서, 선로전환기를 직접 확인하여 관제사에게 통보하지 않았다.
- ② 기관사는 관제사로부터 수신호생략 승인을 받고 매곡역으로 진입하면서 수신호 운전구간의 제한속도를 초과하여 26~30km/h로 운행하였다.

2.3 P21호A 선로전환기 불일치장애

P21호A 선로전환기의 불일치장애를 발생시킨 마찰클러치의 전환력이 약화된 원인으로

- ① P21호A 선로전환기에는 비교적 큰 전환력이 요구되는 15번 편개형분기기 설치 개소에 일반적으로 사용되는 NS형 선로전환기 마찰클러치가 설치된 상태에서
- ② 유지보수자가 상주하지 않은 매곡 무인신호장의 선로전환기 마찰클러치에 대한 정밀조정 또는 검사를 강화하지 못한 점이 지적된다.

V 안전권고 (철도공사에 대하여)

1. 관제사의 업무처리능력 향상방안 및 인적오류 방지를 위한 권고

- 수신호생략 승인 등 이례사항 관제업무 시 현장의 상태확인을 반드시 실시하도록 업무처리절차 개선
- 관제사의 담당구역은 특수상황 인식을 위한 현장방문 견학 및 실습실시

2. 기관사의 인적오류 방지를 위한 권고

- 무인정거장의 이례사항 운전 시 제한속도 엄정준수 및 현장 확인철저
- 선로전환기의 수동취급 교육을 주기적으로 시행

3. 무인신호장의 선로전환기 안전확보를 위한 권고

- 마찰클러치가 내장된 NS형 선로전환기의 특별점검 시행
- 취약한 선로전환기의 클러치 성능확보 등을 위한 대책수립

VI 부록

1. 경위서 (제1609열차 기관사 이○○)
2. 문답서 (- “ -)
3. 개인승무 기록표 및 인사기록표 (- “ -)
4. 문답서 (관제사 임○○)
5. 인사기록표 (- “ -)
6. 기상기록 (기상청자료)
7. 구둔역 열차착발시각 기록 (2008.3.11)
8. 피해액 산출내역(차량, 선로, 신호제어)
9. 매곡역 취급 / 장애메세지 기록 (2008.3.11)
10. 구로관제실 매곡 EVENT기록 (2008.3.11)
11. 매곡신호장 연동도표
12. 매곡신호장 구내배선도
13. 신호장(소) 운영개선 시행 공문 (철도공사 2005.3.29)
14. 전화문답서 (원주신호제어사업소장 이○○)
15. 전화문답서 (양동 신호제어주재 전○○)
16. 확인서 (수도권 동부지사 전기팀장 이○○)
17. 양동역 보안장치 장애 및 보수기록표
18. 가을철 선로전환기 특별점검 시행공문(2007.9.28) 및 결과보고(2007.11.5)
19. 무인정거장 선로전환기 점검주기 변경시행('06.2.17)
20. 작업지시서 (원주신호제어사업소 2007.10.17, 12.12, 12.19, 2008.3.5)
21. 봄철(해빙기) 선로전환기 특별점검 시행 (2008.3.10)
22. 중앙선 석불~매곡간 클러치 교환 작업 (2008.6.2)
23. 마찰 클러치, 밀봉형 클러치 자료
24. 철도차량 검수내역 (객차1호 11286호, 객차2호 12766호, 기관차 DL7101호)
25. 수도권동부지사 궤도이탈 사고보고 (차량복구)
26. 중앙선 덕소~원주간 복선전철사업 자료
27. 이벤트별 시각 동기화 기록

이 부록의 내용은

사고조사 과정에서 관계인들로부터 청취한 진술 및 개인정보 등이 포함되어 있어,

‘항공·철도사고조사에 관한 법률’ 제28조(정보의 공개금지) 및 동법 시행령 제8조(공개할 수 있는 정보의 범위)에 의하여 본 보고서(인쇄본)에 첨부하지 않았습니다.

자세한 사항은 항공·철도사고조사위원회로 문의하여 주시기 바랍니다.



항공·철도사고조사위원회

TEL : 02-6096-1047, FAX : 02-6096-1042