

보고서 번호

ARAIB/R 07-11

한국철도공사 영동선 나한정역구내 무궁화열차 탈선('07. 3. 11)

철도사고조사보고서



2007. 9.



건설교통부

항공·철도사고조사위원회

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

동법 제1조에 의하면 철도사고 등에 대한 조사의 궁극적인 목적은 독립적이고 공정한 조사를 통하여 사고원인을 정확하게 규명함으로써 철도사고 등의 예방과 안전 확보에 이바지하는데 있다.

또한 제30조에는 사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법 절차, 행정 절차 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	4
3. 인적정보	5
4. 물적정보	6
5. 기상정보	10
6. 운행기록	11
III. 원인분석	12
1. 사고열차 운전자의 운전취급 적정여부	12
2. 나한정역 열차운용원의 운전취급 적정여부	14
3. 22호 입환신호기 설치위치의 적정여부	15
4. 21B호 선로전환기 작동 고장여부	16
IV. 조사결론	17
1. 조사결과	17
2. 사고원인	18
V. 안전권고	19
VI. 부록	20

철도사고조사보고서

운영기관 : 한국철도공사

운행노선 : 영동선

발생장소 : 나한정역구내 (강원도 삼척시 도계읍 소재)

사고유형 : 열차탈선

사고일시 : 2007. 3. 11(일) 17:04경

I. 개요

1. 사고개요

한국철도공사 소속 제1673무궁화열차(이하 ‘사고열차’라 한다)는 2007년 3월 11일(일) 강릉역을 15시 30분에 출발하여 동대구역에 21시 43분 도착예정이었다.

사고열차는 사고 당일 17시 04분경 영동선 나한정역구내에서 강릉방면으로 출발할 하행열차와 교행하기 위해 부분선으로 진입 후 정지신호로 현시되어 있는 22호 입환신호기 전에 정차하지 않고 21B호 선로전환기를 지나감으로써 기관차 앞쪽 대차 차륜 6개가 궤도를 이탈하였다.

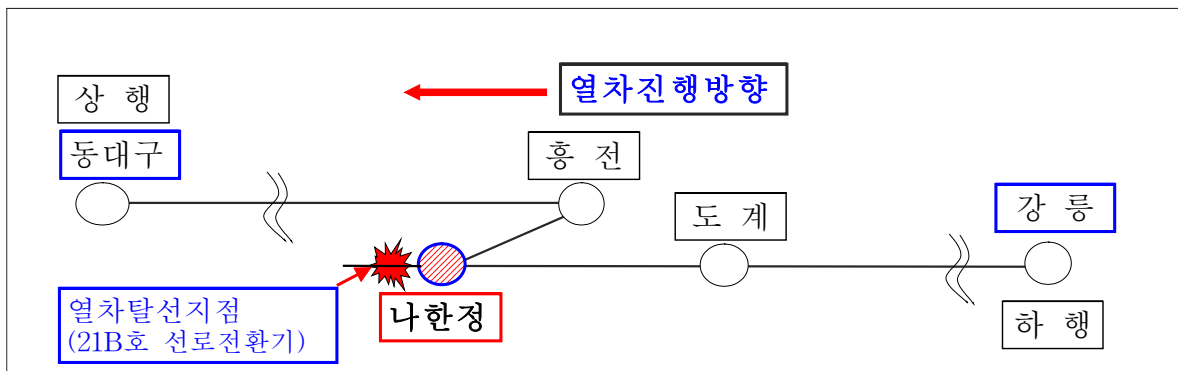


그림 1. 사고 노선 개략도

2. 조사개요

항공·철도사고조사위원회(이하 '조사위원회'라 한다)에서는 나한정역구내에서 무궁화열차가 탈선된 사실을 인지하고 사고 원인규명과 재발방지를 위하여 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제18조 규정에 의거 다음과 같은 내용의 사고조사 업무를 수행하였다.

사고발생 현장(강원도 삼척시 도계읍 심포리 나한정역구내)에서 사고경위, 피해사항, 현장 상태, 탈선열차의 상태, 선로전환기 상태 등을 조사하였고, 탈선열차의 속도기록, 기관사, 부기관사 및 나한정 열차운용원의 사고 발생 경위서 등의 자료를 확보하였다.

사고조사시 사고열차 운전자의 운전취급 적정여부, 나한정역 열차운용원의 운전취급 적정여부, 22호 입환신호기 설치위치의 적정여부, 21B호 선로전환기 작동 고장여부 등을 분석하여 사고원인을 규명하였고, 동종 사고 재발방지를 위하여 관계기관에 안전권고를 하였다.

II. 사실정보

1. 사고경위

사고열차는 2007년 3월 11일 사고발생 전 단선운행인 영동선 나한정역에서 하행열차인 제1635무궁화열차(주본선 도착)와 교행하기 위해 그림 2와 같이 부분선으로 진입하였다.

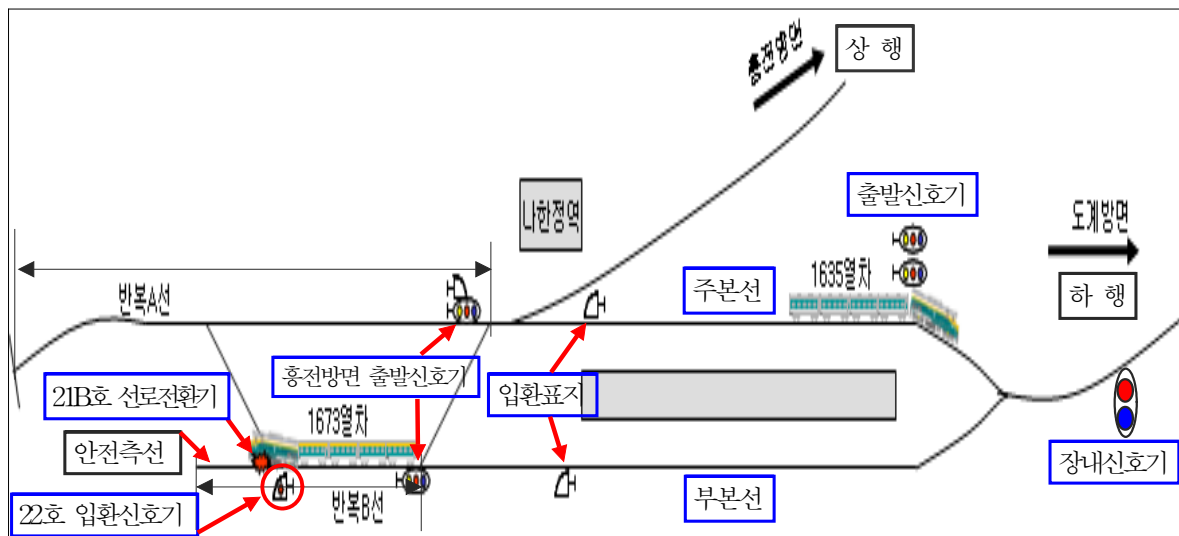


그림 2. 탈선상황 약도

17시 04분경 나한정역 열차운용원 정OO은 제1635무궁화열차를 도계방면으로 출발시킨 후, 사고열차를 홍전방면으로 진입시키기 위해 22호 입환신호기에 정지신호 현시를 확인하고, 21B호 선로전환기 진로를 안전측선방면에서 반복A선방면으로 진로를 전환시켰다.

이때 사고열차는 정지신호로 현시된 22호 입환신호기 도착전에 정차하여야 하나, 전환되고 있는 21B호 선로전환기에 진입하면서 기관차 앞쪽 대차 차륜 6개가 그림 3과 같이 궤도를 이탈하였다.



그림 3. 기관차 궤도이탈 전경사진

2. 피해사항

2.1 인명피해

인명 피해는 없었다.

2.2 물적피해

물적피해는 기관차 주행장치 및 분기 침목 5정이 부분파손되었다.

2.3 기타피해

기타 피해는 종착역인 동대구역에 46여분 지연 도착하여 132건에 대한 지연 반환료 약 24여만원이 발생되었다.

3. 인적정보

3.1 기관사 인적사항

사고열차 기관사 이OO(35세)은 1991년 11월 15일 영주기관차사무소 기관조사로 입사하여, 2003년 12월 8일 영주기관차승무사무소 기관사로 발령받아 사고 당일 현재 운전 4급으로 근무하고 있었으며, 1991년 6월 3일 및 1998년 4월 13일 실시한 적성검사에서 합격판정을 받았다. 2004년 4월 19일부터 4월 21일까지 제1기 전기기관차양성반 교육을 수료하였다.

기관사의 진술에 의하면, 사고 발생전 72시간동안의 행적으로 3월 9일 18시경 전기차교육을 마치고 퇴근하여 3월 10일까지 집에서 휴무하였고, 3월 11일 08시경 출근하여 동해까지 제1672열차를 운행하였으며, 그 이후 사고열차를 동해에서부터 나한정역까지 운행하였다고 하였다.

3.2 부기관사 인적사항

사고열차 부기관사 최OO(33세)은 1998년 12월 8일 제천기관차사무소 기관조사로 입사하여 1999년 10월 1일 부기관사로 승진하였으며, 2000년 6월 27일 영주기관차승무사무소로 전입되어 사고당일 현재 운전 5급으로 근무중이었다.

1998년 6월 22일 실시한 적성검사를 확인한 결과 합격판정을 받은 것으로 확인되었으며, 2004년 6월 22일부터 6월 24일까지 제5기 동력차 승무원반 교육을 수료하였다.

부기관사의 진술에 의하면, 사고발생전 72시간동안의 행적으로 3월 9일 근무하고 3월 10일 00시 35분경에 퇴근하여 3월 10일에는 집에서 휴식을 취하였고, 3월 11일 08시 14분경에 출근하여 근무를 하였다고 하였다.

3.3 열차운용원 인적사항

나한정역 열차운용원 정OO(29세)는 2000년 5월 20일 채용되었으며, 2003년 5월 1일 적성검사시 합격판정을 받았고, 2002년 11월 7일부터 사고 당일 현재까지 나한정역 열차운용원으로 근무중이었다.

교육사항으로는 2004년 5월 10일부터 6월 18일까지 철도인력개발원의 철도 운전 일반반 교육을 수료하였다.

4. 물적정보

4.1 현장 상태

영동선 홍전역~나한정역 사이의 선로는 경사가 30/1,000 구간이며, 열차가 산간지역을 운행할수 있도록 선로를 ‘갈 지(之)’자 형태로 설계하여 전진·후진을 반복 운행하여 목적지에 갈수 있도록 설계 된 스위치백(Switch Back)⁽¹⁾ 구간이었다.

현장 상태를 조사한 결과, 기관차는 21B호 선로전환기 침단에서 약 8.7m 지난 지점에서 최초 궤도를 이탈한 후, 약 14.0m 더 진입 후 그림 4와 같이 정차하였다.

기관차 뒷대차는 선로전환기가 반복A선 방향으로 완전히 진로가 전환 된 상태에서 진입하여 궤도를 이탈하지 않았다.

(1) 스위치백(Switch Back) : 경사가 가파른 구간에서 경사를 완만하게 하기 위하여 선로를 ‘갈 지(之)’자 형태로 부설하여 열차를 전진·후진을 반복하게 하여 목적지에 오를 수 있도록 설계한 철도선로

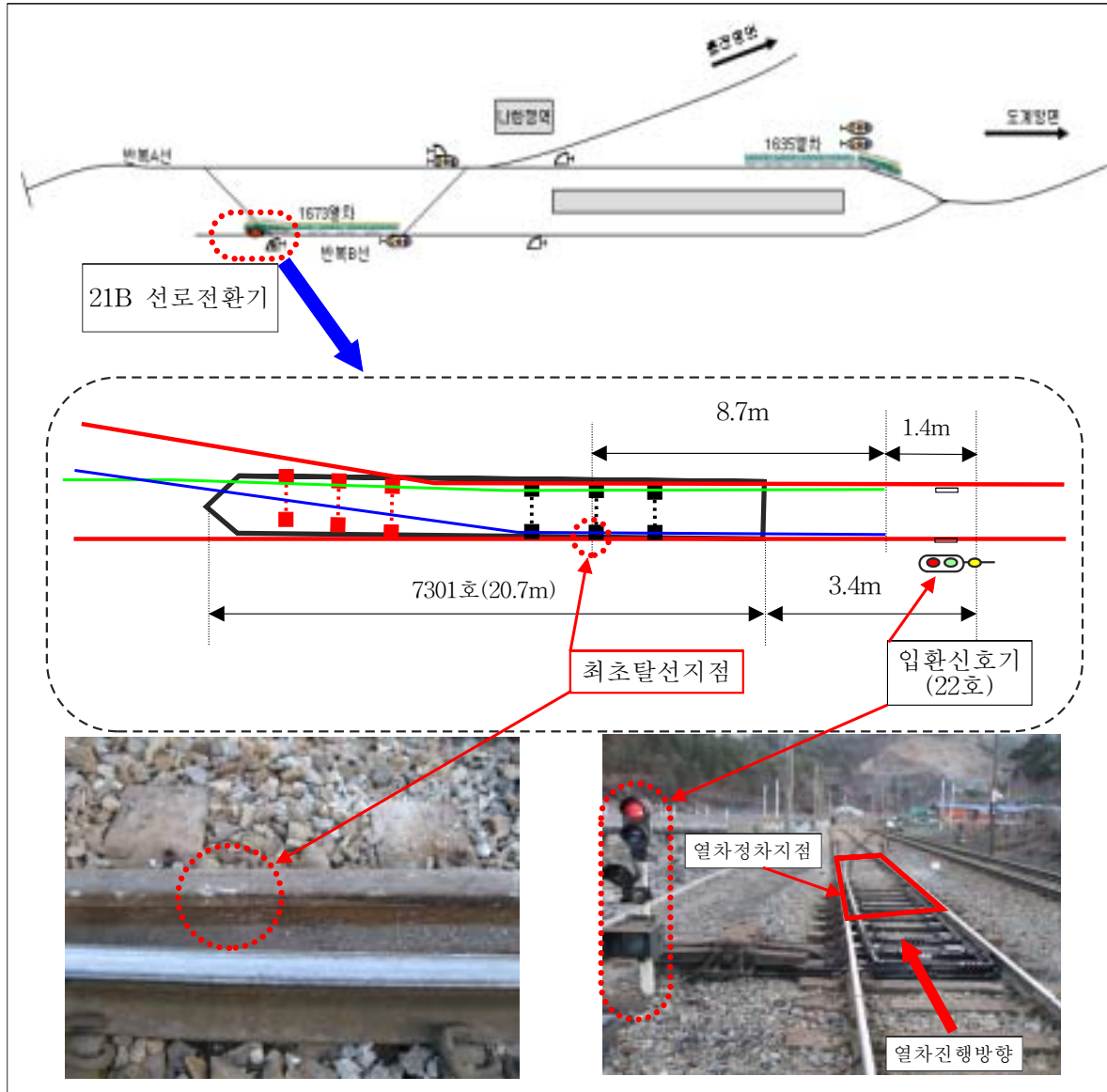


그림 4. 탈선현장 설명도

4.2 차량 상태

사고열차는 제7301호 기관차 1량, 객차 4량, 발전차 1량 총 6량으로 편성되어 있었다.

사고열차의 차량상태를 확인한 결과 궤도이탈에 의한 외형상 파손은 없었으며, 궤도이탈시의 충격으로 주행장치 부분에 경미한 부분파손이 그림 5와 같이 발견되었고, 사고 복구 이후 사고열차는 정상적으로 운행되었다.



그림 5. 사고 차량 사진

4.3 선로전환기 상태

사고 발생 후 21B호 선로전환기를 확인해 본 결과 그림 6과 같이 이상이 없었으며, 정상적으로 작동되었다.



그림 6. 21B호 선로전환기 사진

4.4 나한정역구내 부분선 선로상태

나한정역구내 선로상태를 확인해 본 결과, 도계방면에서 장내신호기까지는 30/1,000 구배가 있었고, 장내신호기부터 홍전방면 출발신호기까지는 평탄하였으나, 홍전방면 출발신호기로부터 22호 입환신호기 지점까지 곡선반경 $R=150m$ 가 그림 7과 같이 있어 출발신호기 지난 후 22호 입환신호기 신호를 확인할수 있었다.

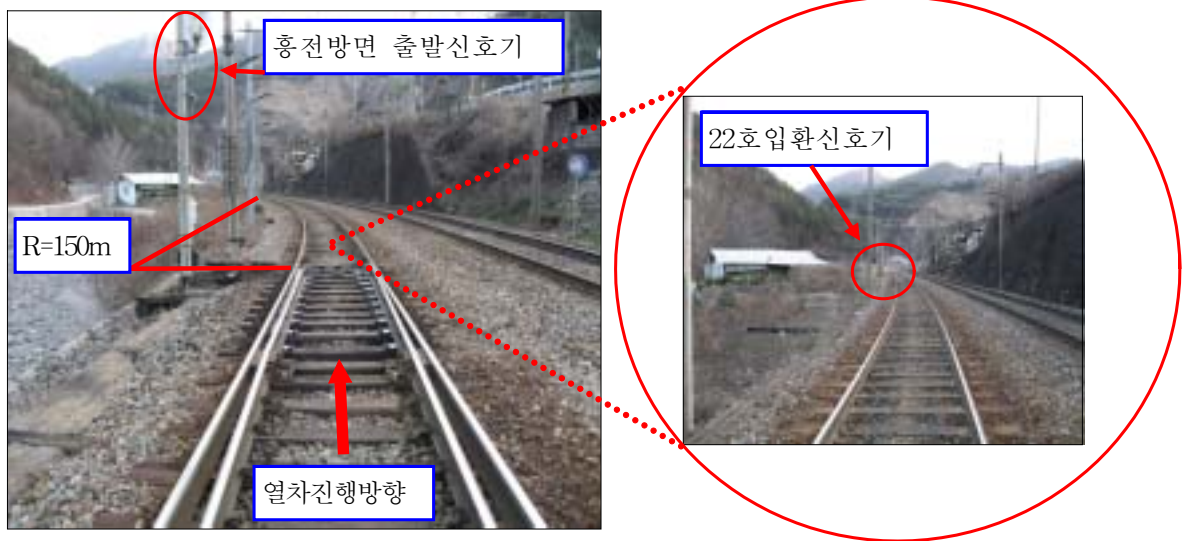


그림 7. 반복B선 선로상태사진

4.5 철도교통관제센터의 나한정역 전자연동장치 작동상태

사고 발생 당시 철도교통관제센터의 나한정역 전자연동장치 화면에는 22호 입환신호기에 정지 표시가 표시되어 있던 것으로 그림 8과 같이 확인되었다.

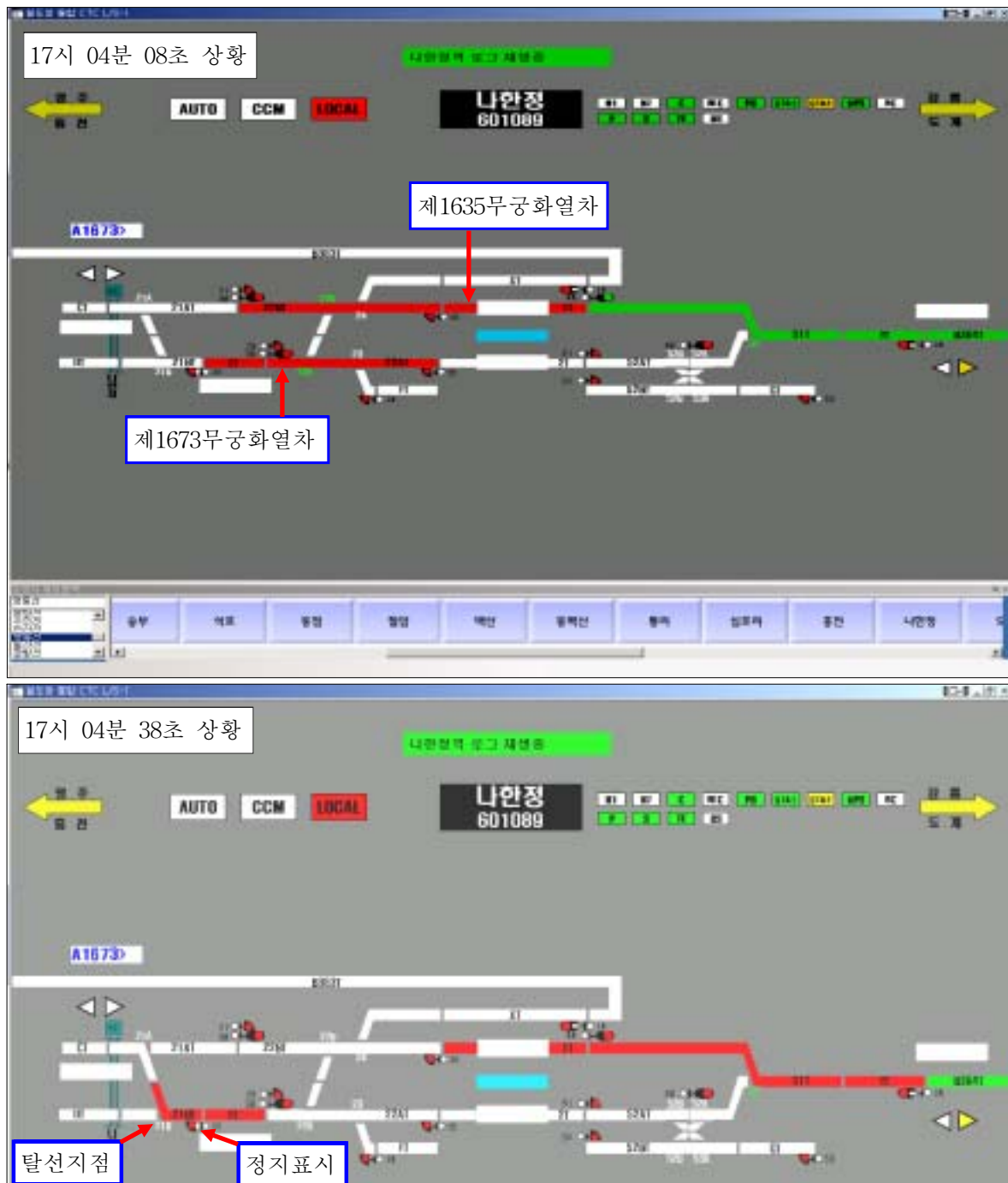


그림 8. 철도교통관제센터 나한정역 전자연동장치 화면

5. 기상정보

사고 발생 전후의 기상정보를 그림 9와 같이 확인한 결과, 강원도 삼척 지역의 사고 발생 전일인 3월 10일에는 비가 왔고 기온은 최저 -5.8°C , 최고 7.9°C 였다. 사고 당일에는 맑았으며 기온은 최저 -8.8°C , 최고 0.3°C 였다.



그림 9. 강원도 삼척지역 2007년 3월 날씨 현황

6. 운행기록

사고 열차의 운행기록을 확인한 결과, 사고 열차는 도계역을 출발하여 나한정역 진입전까지 평균속도 40km/h~60km/h 로 정상운행하였고, 정차를 위한 상용제동 및 비상제동을 취급한 경우는 그림 10과 같이 없었다.



그림 10. 사고열차 운행기록

Ⅲ. 원인분석

1. 사고열차 운전자의 운전취급 적정여부

사고열차의 속도기록을 분석한 결과, 기관사 이OO(35세)는 도계역을 떠나 40km/h~60km/h로 운행했으며, 나한정역 진입 전 ATS⁽²⁾를 확인 취급 후 장내신호기(영주기점 109.187km)를 약 39km/h 속도로 진입하였고, 장내신호기로부터 468m 진입 후 홍전방면 출발신호기 지점(약 30.96km/h 운전)을 지나면서 22호 입환신호기에 정지표지가 현시되어 있는것을 확인하고 상용제동을 취급하였다.

사고열차는 22호 입환신호기 앞에서 그림 11과 같이 정차했어야 하나, 22호 입환신호기 앞에서 정차하지 못하고 약 14.44km/h 속도로 운행되었으며, 정차지점을 통과한 후 비상제동을 취급하여 약 2.6초 경과후 21B호 선로전환기 상에서 정차하였다.

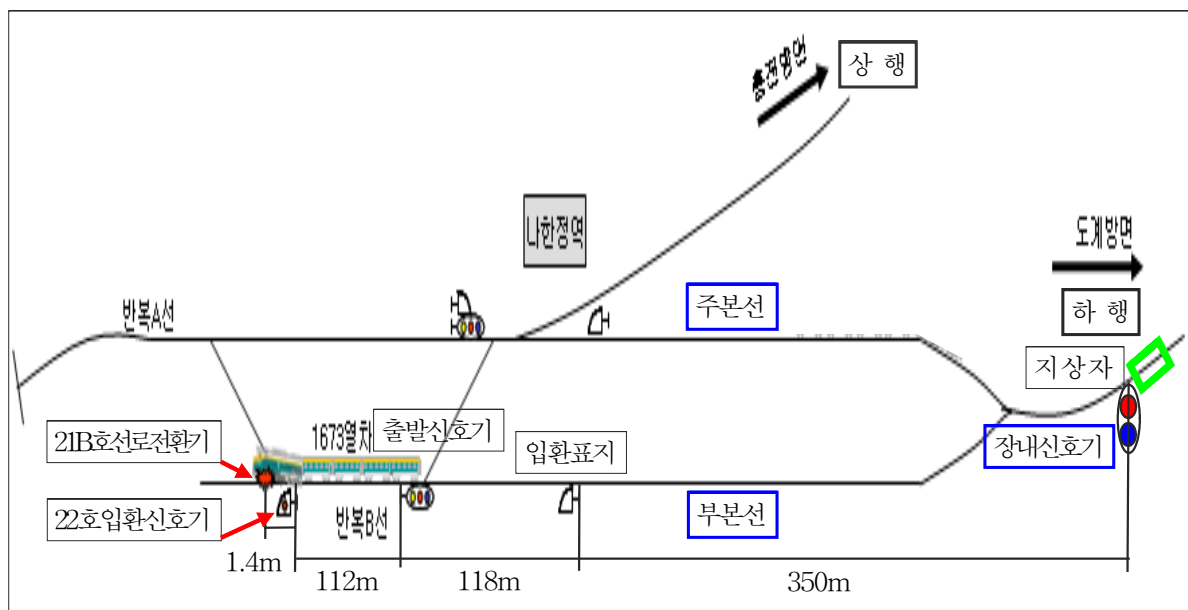


그림 11. 나한정역 구내배선요약도

⁽²⁾ ATS(Automatic Train Stop) : 열차자동정지장치

시 간	사고 열차		부분선 신호상태	기관사 조치사항
	위 치	속도 (km/h)		
17:03:32	나한정역 장내신호기 (영기 109.183km)	39	· 장내신호기 및 입환 표지 진행표시	· ATS 확인 취급
17:04:24	홍전방면 출발신호기 (장내신호기에서 468m 진입)	30.96	· 22호 입환신호기 정지 표시	· 상용제동 취급
17:04:42	22호 입환신호기 (출발신호기에서 112m 진입)	14.44	· 22호 입환신호기 정지표시 · 21B호 선로전환기 반복 A선으로 진로변경 중	· 상용제동 취급 · 비상제동 취급
17:04:45	21B호 선로전환기 (선로전환기 침단에서 22.7m 진입 후 정차)	0	· 21B호 선로전환기 반복 A선으로 진로변경완료	· 기관차 탈선 확인

표 1. 시간별 사고열차 운행 및 운전취급 상황

표 1과 같은 정황으로 볼때, 사고열차 기관사는 반복B선 진입 후 홍전방면 출발신호기 지점의 제한속도 25km/h를 넘어 30.96km/h 속도로 운행하였으며, 홍전방면 출발신호기 지점 진입 후 22호 입환신호기 정지신호 현시를 확인하고 정상적인 상용제동을 취급하면 약 45m~50m 진행 후 정차하나, 제동레버(lever) 작동을 약하게 하여 상용제동이 작동 된 상태로 112m를 진행하였고, 정차 지점에 정차하지 못하자 운행속도 14.4km/h에서 비상제동을 취급하여 약 2.6초 동안 5.2m 이동 후 정차하였다. 그러나 비상제동 또한 22호 입환신호기 진입 전에 취급한 것이 아니고 21B호 선로전환기 진입 탈선후에 비상제동을 취급한 것으로 표 2와 같이 분석된다.

- 선로전환기 침단에서 정차지점까지 거리 : $L'=22.7\text{m}$
 - 비상제동 후 열차의 평균속도 : $v'=14.4\text{km/h}/2 \approx 7.2\text{km/h} \approx 2\text{m/s}$
 - 제동시간 : $t=2.6\text{ s}$
 - 비상제동시 이동거리 : $L=v' \times t = 2\text{m/s} \times 2.6\text{ s} \approx 5.2\text{m}$
 - 비상제동 취급지점 : $D=L'-L=22.7\text{m}-5.2\text{m}=17.4\text{m}$
- ※ 선로전환기 침단에서 17.4m 진입 후 비상제동 취급

표 2. 비상제동 취급 위치

이는 제한속도 준수 및 주의운전을 태만히 하여 정지신호 앞에서 정차하지 못한 것으로 철도공사 운전취급규정 제56조(정지신호의 지시) 제1항 규정 및 나한정역 운전작업내규 제8조(열차의 취급) 제6항 규정을 위반한 것이다.

부기관사 최OO(33세)는 사고열차에 기관사 이OO와 동승하여 부기관사로써 임무를 수행하였고, 사고열차가 나한정역 부분선을 지나 반복B선으로 진입시 홍전방면 출발신호기 지점을 지나면서 22호 입환신호기에 정지신호가 현시되어 있는 것을 육안으로 확인하고 기관사에게 통보하였다고 진술하였다.

그러나, 부기관사는 기관사가 나한정역 22호 입환신호기 진입전에 사고열차를 정차시키지 못할 것으로 판단되는 경우 직접 비상제동을 취급하여 사고열차가 22호 입환신호기 진입전 정차되도록 하여야 하나 이를 태만히 함으로써, 사고열차가 정차지점을 벗어나 21B호 선로전환기 상에서 궤도를 이탈하게 된 원인에 포함되었다.

2. 나한정역 열차운용원의 운전취급 적정여부

사고 당일 17시 00분경 나한정역 운전취급 업무는 열차운용원 정OO(29세)이 담당하고 있었으며, 정상교행은 도계역이지만 하행열차(제1635무궁화열차)가 약 15분 정도 지연운행되는 관계로 관제사 김OO에게 승인을 받아 하행열차인 제1635무궁화열차와 상행열차인 사고열차의 교행을 실시하였다.

제1635무궁화열차를 반복A선을 경유하여 주본선에 정차시킨 후 사고열차를 도착시키기 위하여 부분선 25호 입환표지 및 장내신호기를 개통시켜 놓고 대기하고 있었다.

이후 17시 03분경 사고열차가 부분선으로 진입한 후, 제1635열차에 대한 출발신호기에 진행신호를 현시하여 발차시켰고, 17시 04분경 사고열차가 부분선을 지나 반복B선의 궤도를 점유하는 것을 확인하였으며 22호 입환신호기에 정지 신호 현시를 확인하고, 안전측선방면으로 진로가 되어있던 21B호 선로전환기를 반복A선방면으로 진로를 전환시켰다.

선로전환기를 전환시키고 2~3초 후 22호 입환신호기 궤도가 점유되는 것을 확인하고 무전기로 “1673열차 정지”를 통보하였으나, 기관사로부터 기관차 앞대차가 탈선되었다는 통보를 받았다고 진술하였다.

상기와 같은 정황을 분석해본 결과, 나한정역 열차운용원은 사고열차가 22호 입환신호기 바깥쪽에 정차할 것으로 판단하고 선로전환기 진로를 전환시켰다고 하나, 이는 열차가 정차한것을 확인하고 선로전환기를 전환해야 하는 운전취급규정 제125조(선로전환기의 정위 유지) 및 제129조(선로전환기의 전환 및 확인)를 위반한 것이다.

3. 22호 입환신호기 설치위치의 적정여부

사고열차가 반복B선 진입시 22호 입환신호기 설치위치의 적정여부를 분석해본 결과, 반복B선 진입시 곡선반경 $R=150m$ 가 있어, 부분선으로 진입 후 홍전방면 출발신호기 전방까지는 22호 입환신호기의 신호 현시상태를 그림 12과 같이 쉽게 확인할수 없었다.

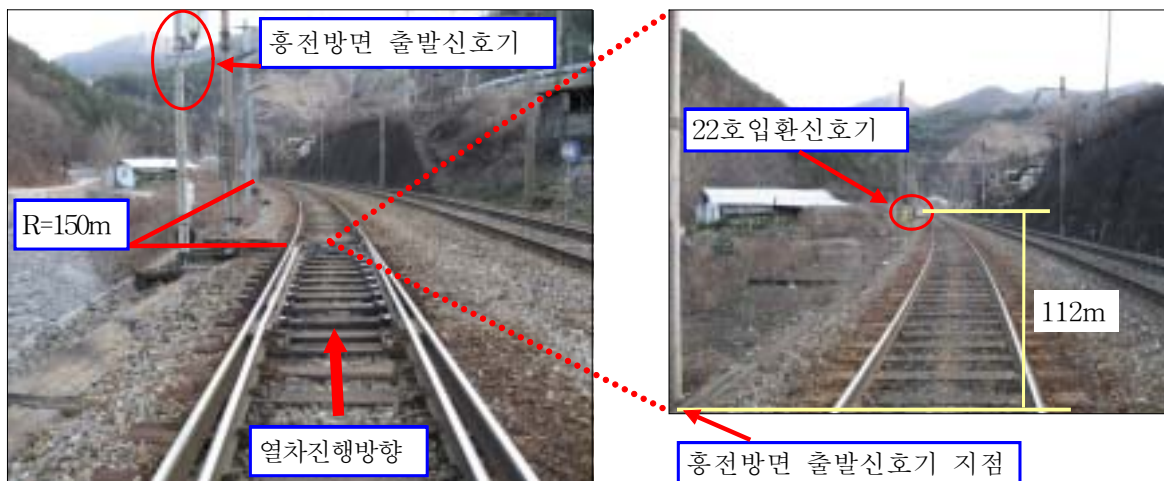


그림 12. 반복B선 선로상태

그러나 출발신호기 지점은 곡선구간으로 제한속도가 25km/h로 설정되어 있어 여객 및 화물열차가 일반적인 상태에서 25km/h 속도로 운행시 제동거리로 45m 정도가 필요했으며, 출발신호기로부터 입환신호기까지 거리를 측정해 본 결과 112m로 제동거리로써 충분하였고, 22호 입환신호기 설치위치도 적정하였다.

4. 21B호 선로전환기 작동 고장여부

21B호 선로전환기 작동 고장여부를 분석해 본 결과, 나한정역 열차운용원이 17시 04분 38초경에 22호 입환신호기에 진행신호가 현시되어 있는 것을 확인하고 전기연동장치 조작판을 작동시켜, 안전측선방향으로 설정되어 있던 선로전환기 진로를 반복A선방향으로 전환시켰고, 약 4초 후인 17시 04분 42초경에 사고 열차가 22호 입환신호기 지점을 점유하고 그림 13과 같이 지나갔다.

21B호 선로전환기가 안전측선방향에서 반복A선방향으로 진로가 전환되는 도중에 기관차 앞대차가 진입하여 차륜6개가 레일을 타고 진행하다가 궤간내로 떨어졌고, 뒷대차는 선로전환기가 반복A선방향으로 완전히 진로가 전환 된 후에 진입하여 궤도를 이탈하지 않았으며, 이런 정황으로 볼때 선로전환기 작동은 정상이었다.

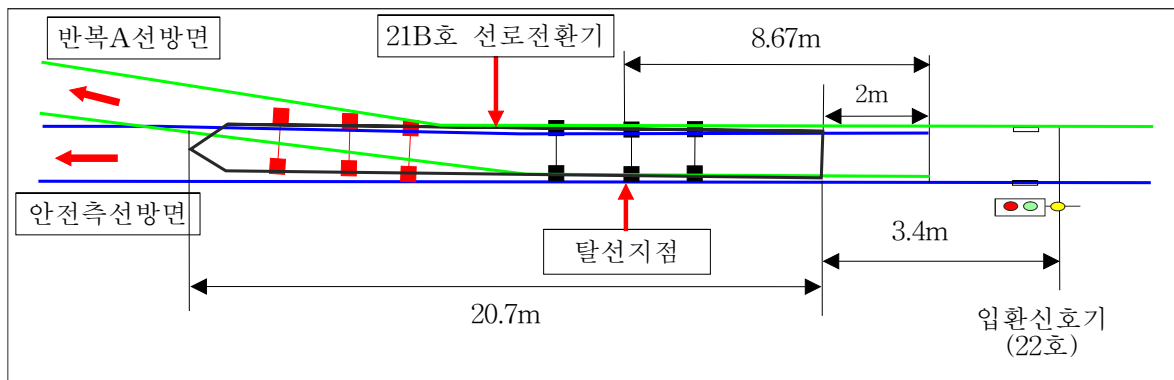


그림 13. 사고열차가 21B호 선로전환기 통과시 운행상황도

IV. 조사결론

1. 조사 결과

1.1 사고열차는 2007년 3월 11일 17시 03분경 나한정역에 하행열차인 제1635 무궁화열차와 교행하기 위해 부분선으로 도착하였고, 당시 나한정역 열차운용원은 17시 04분경 제1635열차를 도계방면으로 출발시켰다.

1.2 나한정역 열차운용원은 사고열차가 반복B선 궤도를 점유한 후 정차하는것을 확인하지않고, 21B호 선로전환기 진로를 안전측선방면에서 반복A선방면으로 전환시킨것은 운전취급규정 제125조(선로전환기의 정위 유지) 및 제129조(선로전환기의 전환 및 확인)를 위반한 것이다.

1.3 열차운행기록을 확인한 결과, 기관사는 나한정역 부분선에서 반복B선으로 진입시 홍전방면 출발신호기 지점의 제한속도 25km/h를 준수하지 않고 30.96km/h로 운행하였으며, 홍전방면 출발신호기 지점을 진입하면서 상용제동을 취급한 것으로 확인되었고, 열차운용원과의 무전녹취내용에는 22호 입환신호기에 진행신호를 보고 진입하였다고 하였으나, 철도교통관제센터 전자연동장치 화면을 확인한 결과 정지신호가 현시되어 있던 것으로 확인되었다.

상기와 같은 결과로 볼 때 기관사는 사고열차의 상용제동을 약하게 취급하였고, 전방 주시를 태만히 하여 정차위치인 22호 입환신호기 진입전에 정차하지 못하고 진입하였으며, 정차위치인 22호 입환신호기 진입전에 정차하지 못할 것 같으면 비상제동을 취급하여 정차시켰어야 하나, 비상제동취급 또한 21B호 선로전환기 진입 탈선후 취급하여 정차한 것이다. 이는 철도공사 운전취급규정을 위반한 것이다.

1.4 부기관사는 사고열차가 22호 입환신호기 진입전에 정차되지 못할것 같으면 직접 비상제동을 취급해서라도 22호 입환신호기 진입전 정차시켰어야 하나, 이를 태만히 한것은 부기관사로써의 임무를 수행하지 못한 것이다.

1.5 사고 현장의 선로상태 및 선로전환기 고장여부를 확인한 결과 이상이 없었고, 22호 입환신호기 설치위치도 적정하였으며, 철도교통관제센터의 나한정역 전자연동장치 화면을 확인한 결과 22호 입환신호기에 정지신호가 표시되어 있었다.

1.6 상기와 같은 조사결과, 사고열차는 21B호 선로전환기의 진로를 안전측선 방면에서 반복A선방면으로 전환하는 도중에, 22호 입환신호기 도착전에 정차하였어야 하나 정차하지 못하고 진입하면서 21B호 선로전환기 상에서 기관차 앞쪽대차 차륜 6개가 궤도를 이탈한 것이다.

2. 사고 원인

이번 사고의 원인은 사고열차가 나한정역에서 교행하는 과정에서 22호 입환신호기에 정지신호가 표시 되었음에도 불구하고 입환신호기 바깥쪽에 정차하지 못하고 진입하여 진로를 전환중이던 21B호 선로전환기에 진입함으로써 발생한 탈선사고다.

이는 기관사 및 부기관사가 열차운행시 규정된 제한속도를 준수하지 않았고, 운전취급규정의 입환신호기 정지신호 확인과 제동취급을 태만히 한데서 기인된 운전취급 부주의 사고로 판단된다.

V. 안전권고

한국철도공사에 대하여

1. 기관사(부기관사 포함) 직무교육시 제한속도 준수 및 신호·제동취급에 대한 교육을 강화하여 인적오류에 의한 사고를 예방 할 수 있도록 권고함
2. 안전측선이 있는 정거장에서 운전취급시 열차의 정지를 확인한 후 (육안으로 불가시 무선 등) 선로전환기 진로조작을 권고함
3. 지적확인 환호응답 철저이행을 촉진하는 방안 마련을 권고함
4. 운전취급자(기관사 및 부기관사, 역운전취급자 등) 상호간의 무선전화를 적극적으로 활용하여 운전정보 상호교환을 철저하게 시행하도록 권고함

VI. 부록

- 붙임자료 1. 진술조서(기관사)
- 붙임자료 2. 인사기록 카드(기관사)
- 붙임자료 3. 진술조서(부기관사)
- 붙임자료 4. 인사기록 카드(부기관사)
- 붙임자료 5. 경위서(나한정역 열차운용원)
- 붙임자료 6. 인사기록 카드(나한정역 열차운용원)
- 붙임자료 7. 나한정역 무전통신 기록
- 붙임자료 8. 나한정역 구내배선도
- 붙임자료 9. 열차 운전 시각표(1673, 1635열차)
- 붙임자료 10. 열차 속도 기록표(제1673열차)
- 붙임자료 11. 나한정역 운전작업내규(제8조, 제9조)

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 : 02-6096-1046, FAX : 02-6096-1042