

보고서 번호

ARAIB/R 09-04

한국철도공사 중앙선 지평역구내 화물열차 탈선('08.03.29.)

철도사고조사보고서



2009. 12.



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, 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 이외의 목적으로 사용하여서는 아니 된다.

차 례

I. 제목	1
II. 개요	1
1. 사고개요	1
2. 조사개요	1
III. 본문	3
1. 사실정보	3
1.1 사고경위	3
1.2 피해사항	3
1.3 인적정보	4
1.4 현장정보	5
1.5 물적정보	7
1.6 기상정보	11
1.7 열차운행기록	11
1.8 화차 검수기록	12
2. 분석	14
2.1 사고열차 운전자의 운전취급 적정여부	14
2.2 차축의 균열에 의한 절손 여부	15
2.3 차축 파면 분석 결과	17
2.4 베어링 손상에 의한 차축절손 여부	17
2.5 베어링 검수를 위한 장비의 적정여부	21
2.6 분해·정비 후 재사용하는 베어링의 적정여부	22
3. 결론	23
3.1 조사결과	23
3.2 사고원인	24
4. 안전권고	25
4.1 한국철도공사에 대하여	25

철도사고조사보고서

I. 제목 : 한국철도공사 중앙선 지평역구내 화물열차 탈선('08.3.29)

- 운영기관 : 한국철도공사
- 운행노선 : 중앙선(상행)
- 발생장소 : 지평역구내(량기 67.1km, 경기도 양평군 지평면 소재)
- 사고열차 : 제3368호 화물열차 [전기기관차 1대(EL8023호), 벌크화차 16량 (환산27.2량)]
- 사고유형 : 열차탈선
- 사고일시 : 2008.3.29(토) 05:40경 (날씨: 비, 기온 4.5℃~6.6℃)

II. 개요

1. 사고개요

2008년 3월 29일(토) 중앙선 제천조차장을 3시 50분에 출발하여 청량리역에 7시 40분 도착할 예정이던 한국철도공사 소속 제3368호 화물열차(이하 '사고열차'라 한다)는 5시 40분경 중앙선 지평역구내 진입 중 52A호 선로전환기 상에서 14번째 벌크화차의 전부대차 2위차축이 절손되어 궤도를 이탈한 후 정차하였다.

2. 조사개요

항공·철도사고조사위원회(이하 "위원회"라 한다)는 지평역구내에서 화물열차가 탈선된 사실을 인지하고 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제18조에 의거 다음과 같은 내용의 사고조사 업무를 수행하였다.

사고발생 현장에서 사고경위, 피해사항, 현장상태, 사고열차의 화차상태, 선로전환기 상태 등을 조사하였고, 사고열차의 속도기록, 운전자의 사고 발생 문답서 등의 사실정보 자료를 확보하였다.

사고열차 운전자의 운전취급 적정여부, 차축의 균열에 의한 절손 여부, 차축 파면 분석 결과, 베어링 손상에 의한 차축절손 여부, 베어링 검수를 위한 장비의 적정 여부, 분해·정비 후 재사용하는 베어링의 적정여부 등을 분석하여 사고원인을 규명하였고, 이를 토대로 관계기관에 안전권고를 발행하였다.

Ⅲ. 본문

1. 사실정보

1.1 사고경위

사고열차는 시멘트수송용 화물열차로 2008년 3월 29일 3시 50분 제천조차장을 출발하여 청량리역으로 향하였고, 지평역 장내신호기를 통과하여 51A호 선로전환기를 통과하던 중 공기연결관이 파손되면서 제동이 체결되어 5시 40분경 그림 1과 같이 52A호 선로전환기상에서 정차되었다.

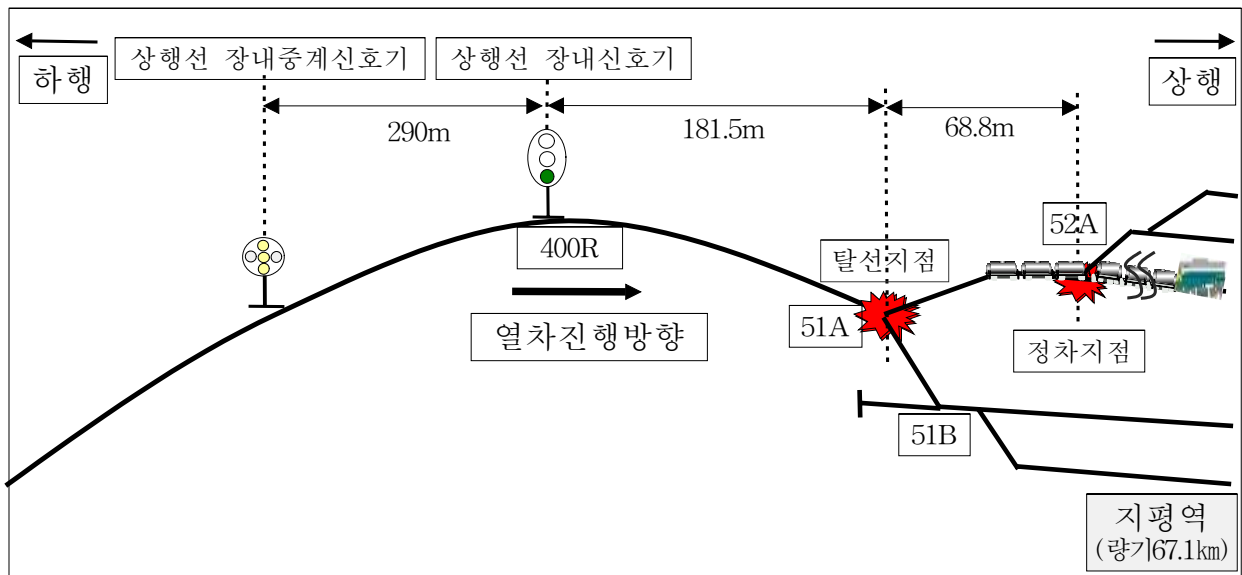


그림 1. 사고현장 노선 개략도

사고열차가 정차된 후 부기관사가 현장을 확인한 결과 전부에서 14번째 화차 (848019호)가 선로 우측으로 탈선되어 있었고, 기관사는 지평역에 탈선사실을 통보하였다.

1.2 피해사항

1.2.1 인명피해

이 사고로 인한 인명 피해는 없었다.

1.2.2 물적피해

이 사고로 화차 1량 전부대차 파손, 선로전환기 2대 파손 및 침목, 레일 일부 파손 등 약 2천7백만원의 물적피해가 발생되었다.

1.2.3 기타피해

이 사고로 3개 열차가 지연되었으며, 열차지연에 따라 약 2백9십만원이 반환되었다.

1.3 인적정보

1.3.1 기관사 인적사항

사고열차 기관사 강OO(36세)은 1997년 7월 21일 서울지방철도청에 채용되어 청량리기관차 승무사무소에 근무하던 중 2005년 12월 1일 기관사로 승진하였고, 사고당일까지 기관사로 근무하고 있었다.

교육이수사항으로는 2005년 9월 12일부터 11월 25일까지 제4기 등용기관사반 교육을, 2006년 5월 15일부터 6월 23일까지 사이버 신형전기기관차 8100호 계열 교육을, 2007년 3월 5일부터 4월 13일까지 사이버 고속철도차량 및 사이버 전기동차일반 교육을, 2008년 3월 3일부터 4월 11일까지 사이버 철도운전일반 교육을 철도인력개발원에서 수료하였다.

사고 발생 전 기관사의 행적은, 기관사 진술에 의하면 3월 27일에는 집에서 휴식을 취하였고, 3월 28일 19시 34분경 청량리승무사무소에 출근하여 출무 및 적합성 검사를 받았고, 원주역에 23시 31분경에 도착하여 사무소에서 휴식 후 3월 29일 04시 50분에 출발하는 사고열차에 승무하였다. 열차에 승무하기 전 휴식을 취한 것과 운용과장으로부터 받은 출무 및 적합성 검사에서 합격한 것으로 보아 열차 승무에는 지장이 없었다.

1.3.2 부기관사 인적사항

사고열차 부기관사 김OO(34세)은 1994년 7월 1일 서울지방철도청에 채용되어 청량리기관차 승무사무소에 근무하던 중 2006년 6월 26일 기관사로 승진하였고, 사고당일까지 기관사로 근무하고 있었으며, 사고당일에는 사고열차의 부기관사로 근무하였다.

교육이수사항으로는 2006년 4월 3일부터 6월 16일까지 등용기관사반 교육을, 2007년 9월 1일부터 9월 28일까지 사이버 행복경영(조직활성화) 교육 등을 철도 인력개발원에서 수료하였다.

사고 발생 전 부기관사의 행적은, 부기관사 진술에 의하면 3월 27일에는 집에서 휴식하였으며, 3월 28일 19시 34분경 청량리승무사무소에 출근하여 출무 및 적합성 검사를 받았고, 원주역에 23시 31분경에 도착 후 사무소에서 휴식, 3월 29일 04시 50분에 출발하는 사고열차에 승무하였으며, 운용과장으로부터 받은 출무 및 적합성 검사에서 합격한 것으로 보아 열차 승무에는 지장이 없었다.

1.4 현장정보

중앙선 지평역구내의 사고 현장 선로는 석불역(량기 71.9km)에서 지평역(량기 67.1km)방향으로 11/1,000~9/1,000 내리막으로 곡선반경 R=400m~600m이 여러곳 있었으며, 선로 상태는 그림 2와 같다.

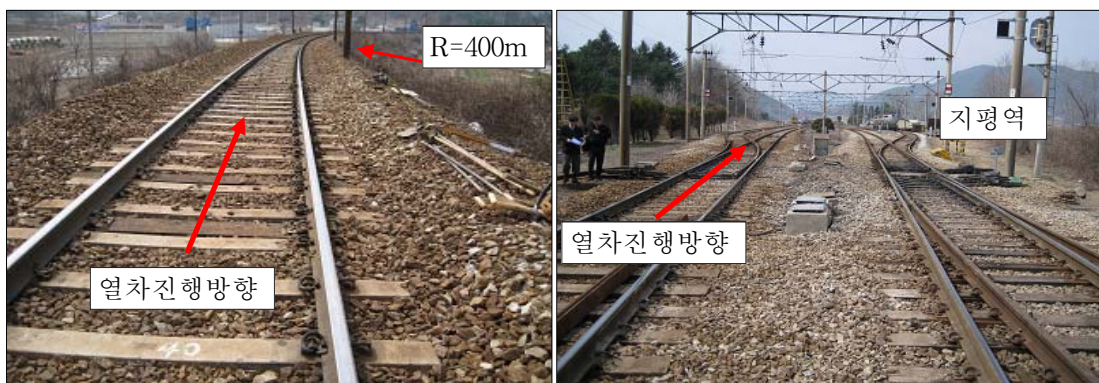


그림 2. 석불역 → 지평역방향 선로상태

사고현장 확인결과 화차 정차지점인 지평역구내 52A호 선로전환기 전방 약 544m지점부터 선로 내·외측 침목에 화차 대차의 끌린 흔적이 그림 3과 같이 발견되었다.

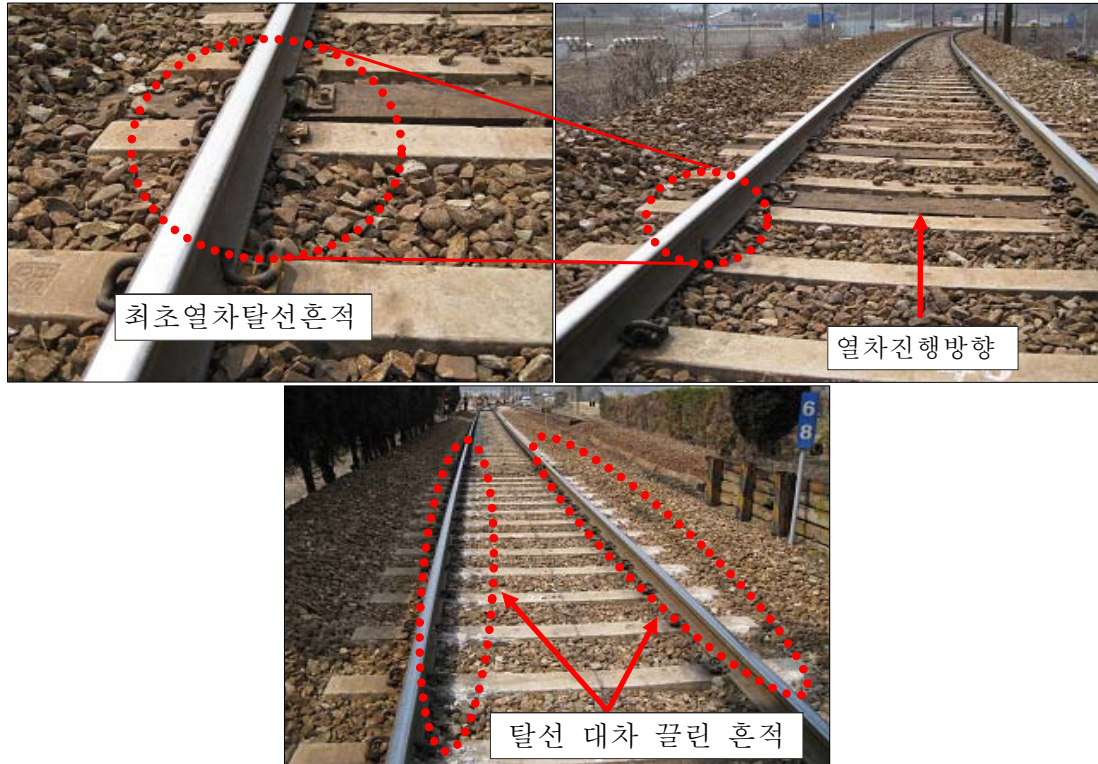


그림 3. 열차 탈선에 의해 발생한 끌린 흔적

사고열차는 지평역구내 51A호 선로전환기상에서 14번째 화차 전부대차 프레임이 51A호 선로전환기 텅레일 침단부와 부딪쳐 13번째 화차와 14번째 화차가 분리되면서 그림 4와 같이 탈선 정차되었다.



그림 4. 열차 탈선 상태

당시 사고열차가 통과하였던 매곡역(량기 76.7km) 21A CCTV 녹화 자료를 조사한 결과 14번째 화차의 전부대차에서 불빛이 발생하였던 것으로 확인되었다.

1.5 물적정보

1.5.1 차량상태

사고열차 화차의 제원은 표 1과 같다.

구 분	내 용	구 분	내 용
제작사	(주) 한진중공업	대차형식	바버(1)
제작일자	1997.02.22	차축	RCT-D
차종	벌크화차 (시멘트 수송용)	제동장치	복식
화차자중(t)	19.9	베어링형식	NFL(2) 롤러베어링 (S/N 99-11-83411)
화차하중(t)	52.0	베어링제작사	(주)TIMKEN
용적(m ³)	44.0	베어링 적용 그리스	베어링용 (NFL-ARAPEN RB-320)

표 1. 화차(848019호) 제원

기관차 및 화차의 차량상태를 확인한 결과 기관차는 특이 사항이 없었으며, 14번째 화차는 그림 5와 같이 전부대차 2위 차축이 약 23cm 절손되었고 이에 따라 전부대차와 차륜이 서로 분리된 상태이었다.

(1) 바버(Barber)대차 : 주강 일체형 구조로 된 2개의 사이드 프레임 및 1개의 볼스터로 구성되고 사이드 프레임 중간의 네모진 공간에 볼스터 스프링을 설치하며 그 위에 볼스터를 장착한 대차
 (2) NFL : “No Field Lubrication” 베어링의 약자로서 정상 운행중 장기간 그리스(grease) 재급유가 필요하지 않는 윤활방식

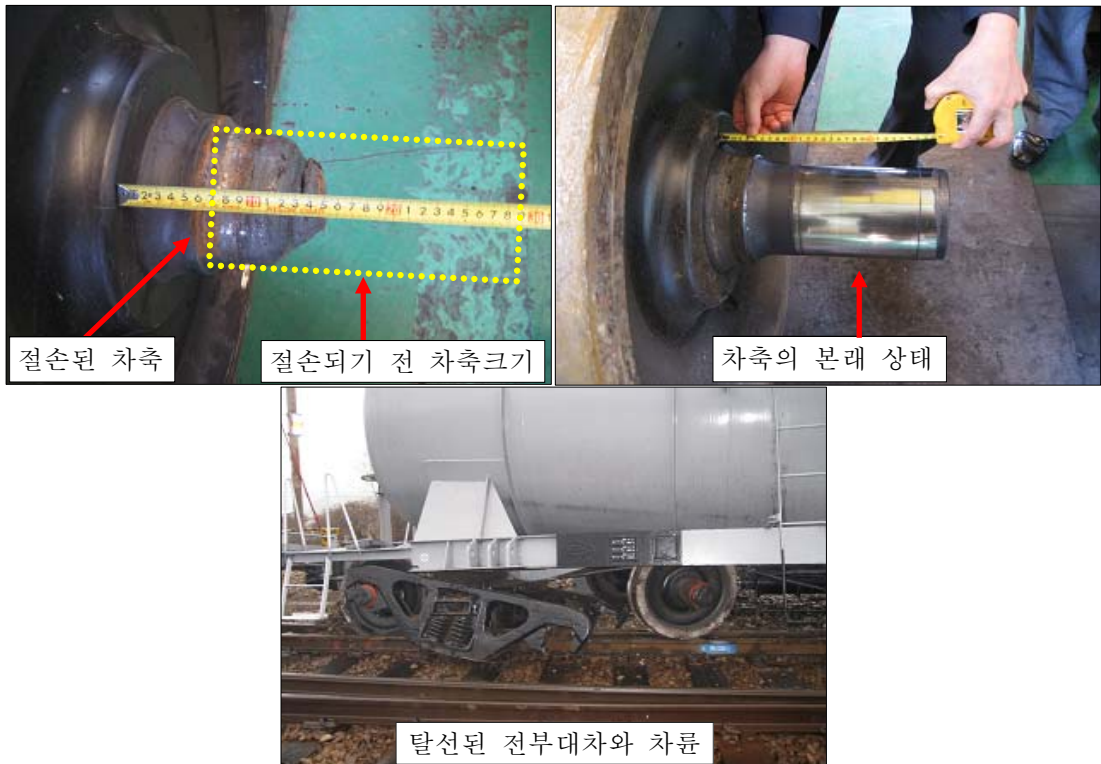


그림 5. 절손된 차축 및 탈선된 전부대차와 차륜

차체에는 탈선 시 발생한 것으로 보이는 굵힌 흔적이 그림 6과 같이 발견되었다.



그림 6. 사고 발생 당시 화차에 생긴 흔적

사고화차 탈선 대차의 차축상태를 탐상한 결과 표 2와 같이 정상이었다.

(탐상등급 N1 : 차축상태 양호)

구 분	측번호 (메모리)	각인	검사 번호	탐상 등급	탐상 감도	탐상 주파수	수직탐상 도형(A단면)	수직탐상 도형(B단면)	설비번호 (kovis)
1위차축	9612S1800	23	1	N1	75	2MB	N1	N1	53951
2위차축	9612S1095	05	2	N1	75	2MB	N1	N1	53950

표 2. 사고화차 차축탐상 결과

사고화차 탈선 차륜의 상태를 측정한 결과는 표 3과 같으며 차륜담면에 특이한 사항은 발견되지 않았다.

단위 : mm

구 분		외측차륜직경 (860±5)	후렌지		차륜간 내측거리 (1,352~1,356)
			높이 (한도25~35)	두께 (한도34~23)	
		측정치	측정치	측정치	측정치
1위 차축	1위	865	26.2	34.0	1,356
	2위	865	26.0	34.0	
2위 차축	3위	865	25.5	34.0	1,356
	4위	865	25.6	34.0	

표 3. 사고화차 차륜상태 측정결과

1.5.2 베어링상태

탈선화차의 전부대차 베어링 4개를 모두 분해하여 검사한 결과 표 4 및 그림 7과 같이 2위 차축 3위 베어링은 소실되었고, 2위 차축 4위 베어링은 그리스가 부분 변색되고, 오일 씰에도 누유흔적이 발견되었으나 이는 최초 탈선 시 충격으로 발생된 것으로 판단된다.

구 분		그리스	베어링	오일 찰
1위 차축	1위	양호	양호	양호
	2위	양호	부분 접촉흔적	양호
2위 차축	3위	소실됨		
	4위	부분 변색	양호	부분 누유

표 4. 탈선화차 전부대차 베어링 분해검사 결과



그림 7. 2위 차축 4위 베어링 상태 및 회수 된 3위 베어링 부품

1.5.3 51A호 선로전환기 상태

사고현장의 51A호 선로전환기 상태를 확인한 결과, 사고열차의 14번째 화차와 부딪쳐 선로전환기 기억쇠 및 텅레일이 그림 8과 같이 구부러지거나 파손되어 작동되지 않았으나, 기억쇠 및 텅레일 교체 후에는 정상적으로 작동되었다.



그림 8. 51A호 선로전환기 상태

1.6 기상정보

사고 발생 당일의 기상을 사고 발생 가장 인근지역인 기상청 양평관측소에서 확인한 결과, 양평지역에서는 비가 10mm왔고, 기온은 최저 4.5℃, 최고 6.6℃이었으며, 안개여부는 무인관측소여서 확인할 수 없었다.

1.7 열차운행기록

사고열차의 열차운행기록장치에 저장된 운행기록을 확인한 결과, 사고열차는 그림 9와 같이 매곡역(량기 76.7km)을 약 44km/h 속도로 통과하였고, 지평역구내 진입 전까지 약 40~60km/h 속도로 운행되었다.

지평역구내 진입 전 제동을 취급하여 약 40km/h 속도로 낮추어 진입하였으며, 지평역구내 52A호 선로전환기(량기 67.9km) 상에서 공기연결관이 파손되면서 비상 제동이 체결되어 정차되었다.

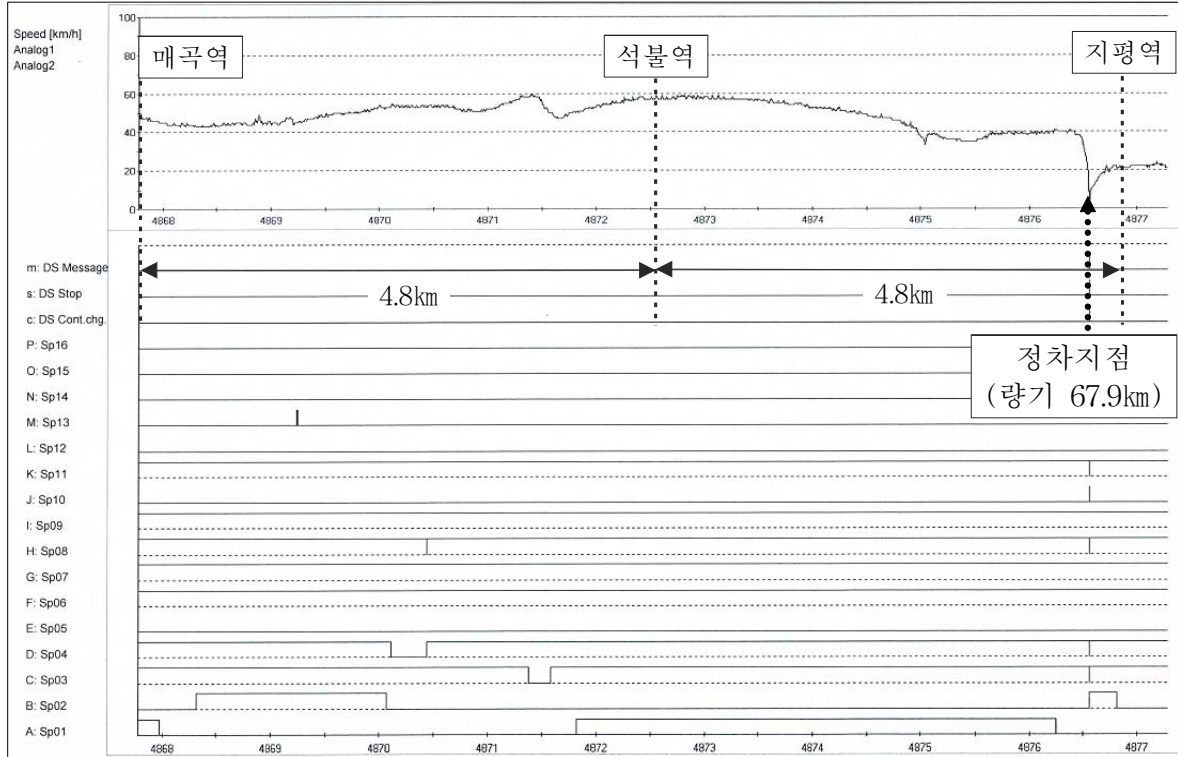


그림 9. 사고열차 운행기록

1.8 화차 검수기록

사고화차(848019호)에 사용 된 베어링은 그림 10과 같은 NFL 롤러베어링으로 장기간 그리스 재급유가 필요하지 않는 윤활방식이였다. 일반적으로 800,000km 운행 또는 약 8년까지는 재급유가 필요없지만, 차륜 삭정이나 엔드 캡을 해체하였을 경우 재급유가 필요하다.



그림 10. NFL 롤러베어링

사고화차에 사용된 베어링은 1999년 11월에 (주)TIMKEN에서 제작되어 화차에 사용되다가 정비품으로 분류되어 제천 소재 대전철도차량관리단 화차2팀(이하 “차량관리단”이라 한다)에서 2008년 2월 18일부터 2월 20일까지 베어링 침유/청소 → 베어링 각부 검사 → 베어링 조립/그리스 주입 → 베어링 오일 썬 취부/검사 → 차축 외륜 검사 → 베어링 압입/유간측정/회전검사 → 엔드캡 조립/표기 및 기록유지 공정순으로 유지보수 인원이 검수를 시행한 후, 2008년 3월 7일에 사고화차에 장착되어 출고 후 22일 동안 약 1,900km 운행되다가 이번 차축절손 시 훼손되었다.

2. 분석

2.1 사고열차 운전자의 운전취급 적정여부

기관사 진술에 의하면 사고열차는 양동역(량기 83.9km)을 3분 일찍 통과하였으며, 매곡역~지평역사이 약하게 비가 오고 있었고, 안개도 약간 끼여 있어서 약 100m 이상 전방 주시가 곤란하였고, 열차 후부를 확인할 수 있는 좌·우향 곡선구간이 그림 11과 같이 여러 곳 있어 후부를 확인하였으나, 이상을 발견하지 못하였다고 하였다.

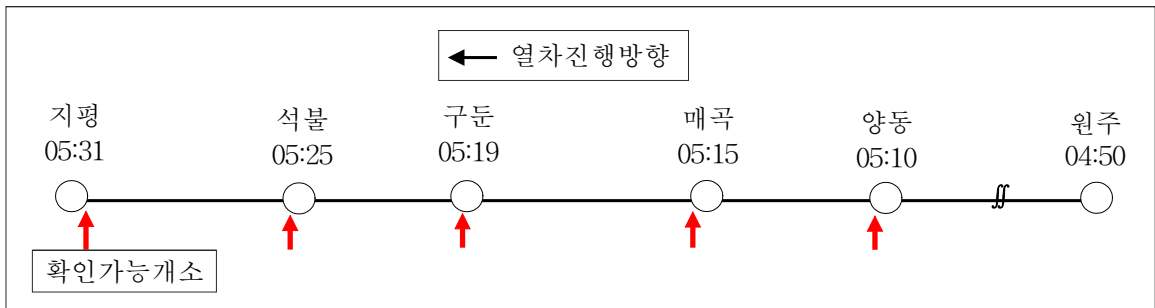


그림 11. 열차뒷감시(3) 확인가능 개소

사고열차 부기관사도 동 구간 운행 시 열차 후부확인을 여러 번 하였으나 기상 조건이 좋지 않아 후부 확인이 용이하지 않았고, 운행 중 특이한 사항은 없었으며 기관사와 지적확인 환호응답도 정상적으로 실시하였다고 진술하였다.

그러나, 사고조사관들이 기관사와 부기관사의 진술내용을 확인하기 위하여 원주 역부터 지평역까지의 선로 곡선구간을 사고 당시의 조건과 유사한 조건인 야간 및 약간 비가 내릴 때 동종 화차 14번째 화차 전부대차에 발광체를 부착하고 기관실에 탑승하여 열차뒷감시를 확인한 결과 곡선구간 여러 곳에서 발광체 불빛 확인이 가능하였다.

사고열차 정차지점인 지평역에서 10.6km이전인 매곡역 21A CCTV 녹화 자료에서도 14번째 화차 전부대차에서 불빛이 발생하고 있는 것이 확인되었다.

(3) 운전취급지침 제60조(열차뒷감시) : 기관사(부기관사 포함)는 열차 운행 중 수시 열차의 뒤를 감시 하여야 한다. 특히 장대한 교량이나 터널을 통과한 후 반드시 뒤를 확인하고 차량의 상태와 후부표지의 이상 없음을 확인하여야 한다.

상기와 같은 정황으로 볼 때 열차뒷감시가 규정대로 이행되었다면 차축절손 발생 이전에 차축발열을 확인하여 필요한 조치로 열차의 탈선이 방지될 수 있었을 것으로 판단되었다.

2.2 차축의 균열에 의한 절손 여부

절손 부위 반대쪽 차축의 현차를 조사한 결과 차축에 미세한 균열이 발견되어 그림 12와 같이 한국철도기술연구원에 의뢰하여 정밀검사를 실시하였다.

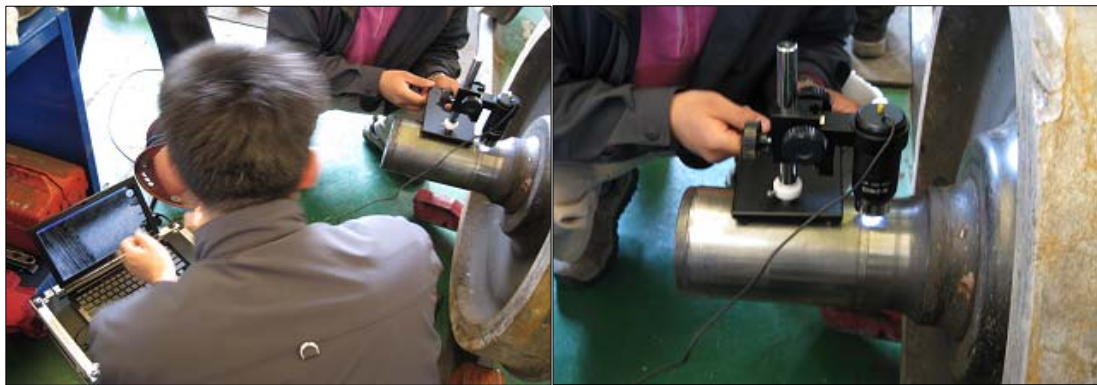


그림 12. 차축균열 정밀검사

정밀검사는 그림 13과 같이 사고열차 전부대차 4개의 차륜 압입부 차축과 1위 차축의 베어링 압입부를 검사하였으며, 그 결과 그림 14와 같이 모든 차축의 차륜 압입부 끝단(내측)에서 미세한 표면균열(프레팅 피로균열)이 관찰되었으나, 그림 15와 같이 1위차축 베어링 압입부에서는 이러한 균열이 관찰되지 않았다.



그림 13. 전부대차 차륜 압입부 검사위치

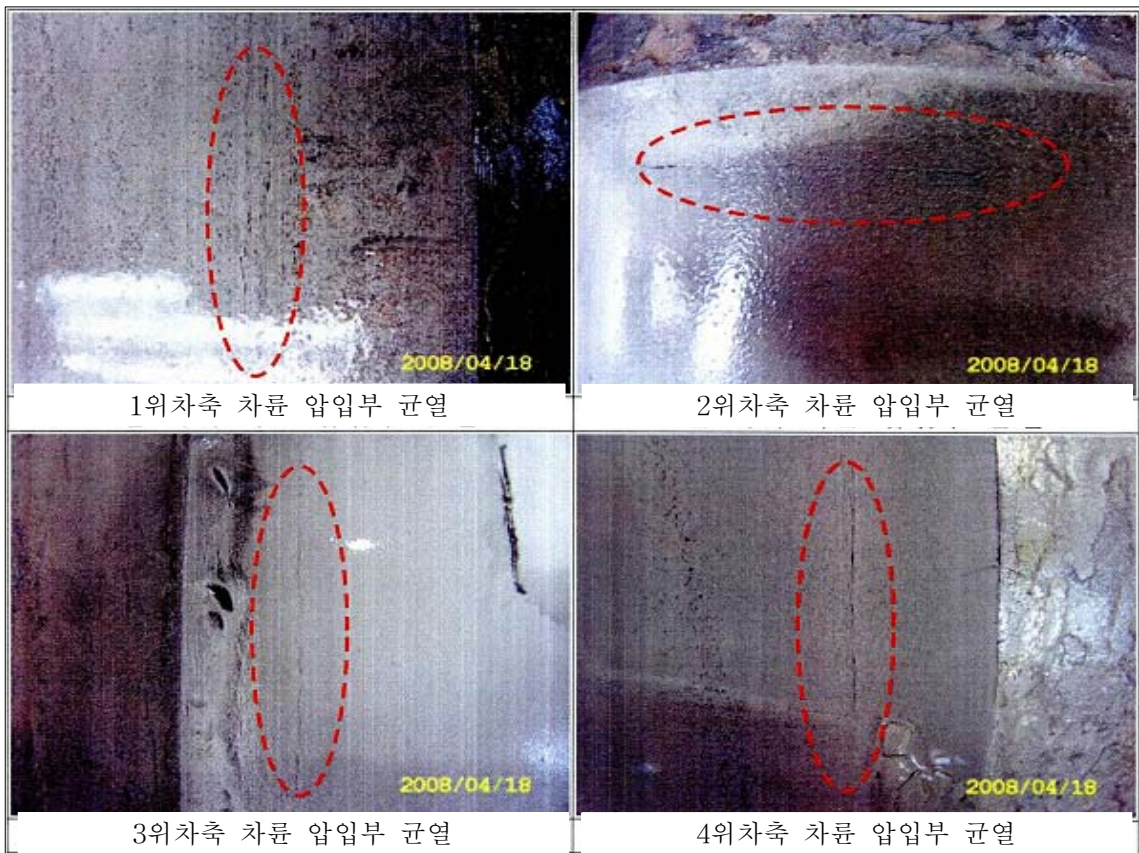


그림 14. 전부대차 차륜 압입부 차축균열



그림 15. 1위차축 베어링 압입부

상기와 같이 정밀검사를 실시한 결과, 모든 차축의 차륜 압입부에서는 미세한 표면균열이 발견되었지만 안전에 영향을 줄 정도는 아닌 것으로 보였고, 1위 차축 베어링 압입부에서는 균열이 발견되지 않은 것으로 보아, 차축의 균열은 이번 사고와 관계가 없는 것으로 판단된다.

2.3 차축 파면 분석 결과

'08.12.16 한국기계연구원에 의뢰하여 차축파면에 대한 분석 결과, 차축이 마찰에 의해 고온으로 가열되었으며, 이에 따라 소재의 강도가 급격히 저하되었을 것으로 판단된다.

2.4 베어링 손상에 의한 차축절손 여부

2.4.1 그리스 누유로 인한 베어링 윤활불량 가능성 여부

윤활불량은 그리스의 부족으로 인해 발생하는 경우가 있으며, 이로 인해 베어링 접촉면과 미끄럼 접촉면에서 마찰열이 발생할 수가 있다.

베어링의 그리스 부족은 대부분 오일 씰(Oil Seal)이 경화되거나 또는 마모되어 누유로 인해 발생할 수 있는 경우와 엔드 캡 볼트를 정상적으로 체결하지 못한 상태에서 운행되다가 베어링에 축방향으로 유격(裕隔)이 발생하여 이 유격으로 그리스가 누유되는 경우 등이 있다.

2.4.1.1 오일 씰이 경화되거나 또는 마모로 인한 누유 가능여부

이번 사고의 경우는 베어링을 분해·조립 시 신품의 오일 씰로 교체한 후 약 1,900km 정도 운행하던 중에 발생한 점과 같은 시기에 장착된 같은 차축 반대쪽 베어링의 오일 씰 상태를 그림 16과 같이 확인한 결과, 오일 씰의 경화나 마모에 의해 그리스가 누유된 것은 아닌 것으로 판단된다.



그림 16. 같은 차축 반대쪽 베어링 상태

2.4.1.2 엔드 캡 볼트 비정상 체결로 인한 누유 가능여부

차축 엔드 캡 볼트의 비정상적인 체결여부는 그림 17과 같은 엔드 캡 부분을 회수하지 못하여 명확하게 확인되지는 않았지만, 베어링 검수공장에서 엔드 캡 볼트 체결과정을 확인한 결과, 에어 토크렌치로 체결한 후 록킹 플레이트를 체결하는 것으로 보아 볼트가 비정상적으로 체결되어 운행 중 차축과 베어링에 유격이 발생하여 그리스가 누유 될 가능성은 매우 낮은 것으로 판단된다.



그림 17. 엔드 캡 볼트 체결과정 및 반대쪽 엔드 캡

2.4.2 베어링에 금속성분의 이물질유입으로 인한 발열 가능여부

베어링에 미세한 금속성분의 이물질이 유입되면 운행 중 롤러의 본체나 구동면을 마모시키거나 연삭시킨다. 이러한 마모는 베어링 내부 틈새를 증가시켜 피로수명을 감소시키고 베어링 일직선 불량을 발생시켜, 그 결과 차축의 하중과 회전력을 베어링이 감당하지 못하여 차축발열을 일으키는 원인이 된다.

그림 18과 같이 베어링 세척 후 검사 및 조립작업 과정에서 베어링에 이물질이 유입될 가능성과 베어링조립장과 동일한 실내에 있는 베어링세척장에서 발생된 미세 금속성 이물질이 조립중인 베어링 내부로 유입될 가능성이 있는 것으로 판단되었다.

※ 사고 발생 이후 차량관리단은 베어링 세척장과 조립장을 밀폐형으로 개선하였음



그림 18. 베어링 세척 및 조립장 내부

상기와 같은 정황을 확인하기 위하여 베어링 조립장 내부에서 검수자가 사용하고 있는 형짚을 수거하여 위원회 분석실에서 형짚에 묻어 있는 이물질의 성분을 분석한 결과, 그림 19 및 표 5와 같이 Fe(철) 등 8가지 성분의 물질이 검출되었다.

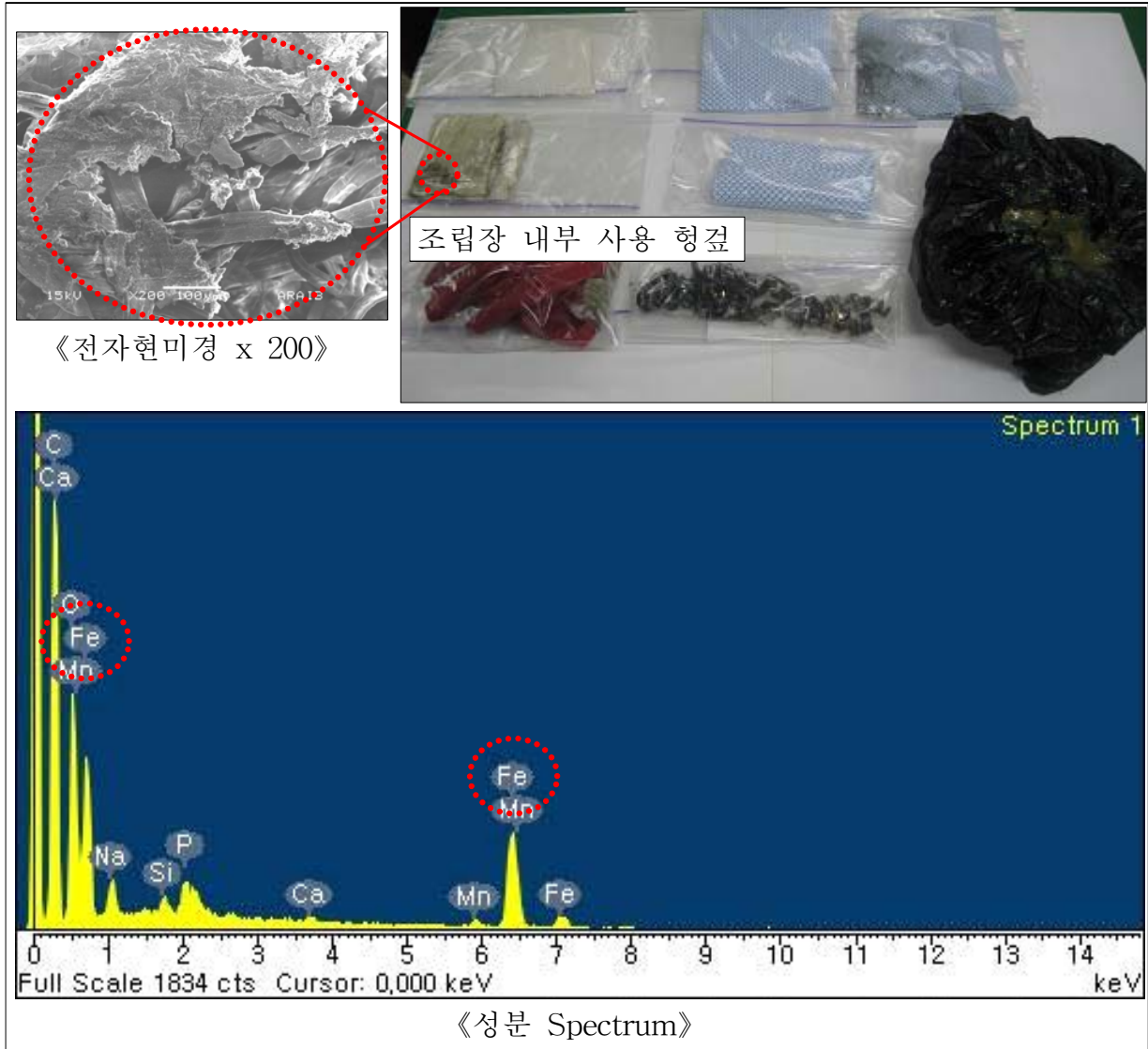


그림 19. 조립장 내부 사용 형걸의 이물질 성분 분석

단위 : wt%

구분	C	O	Na	Si	P	Ca	Mn	Fe
성분	21.70	62.99	0.89	0.30	0.46	0.23	0.69	12.74

표 5. 조립장 내부 사용 형걸의 이물질 성분 분석 결과

2.4.3 부식에 의한 베어링 손상 가능여부

베어링의 부식은 베어링 내부로 들어간 습기나 응축수분으로 인해 발생되는데, 습기는 손상되었거나 마모 된 또는 부적절한 오일 씰(Oil Seal)을 통하여 베어링 내부로 들어갈 수가 있다.

또한 베어링 검수를 위해 탈거한 베어링을 세척, 건조한 후 창고에 장기간 보관 시 오일 또는 방청제를 도포하고 보호용 피복지로 포장하고 보관하여야 하는데, 만약 이를 포장하지 않고 보관 할 경우 습기나 응축수분에 의한 부식에 의해 베어링이 손상될 수 있다.

그러나 이번 사고와 관련된 베어링을 검수하였던 차량관리단을 방문하여 베어링 세척, 건조 후 보관하는 실태를 확인 한 결과 베어링 분해·조립은 수요가 발생할 시에만 시행하여 장기간 보관은 하고 있지 않았고, 그림 20과 같이 베어링을 조립하여 그리스를 주입한 후 보관하고 있어, 부식에 의한 베어링의 손상은 아닌 것으로 판단된다.



그림 20. 조립 완료 된 베어링의 보관상태

2.5 베어링 검수를 위한 장비의 적정 여부

베어링 검수장비는 한국철도공사가 베어링 제작사인 TIMKEN사의 「“AP” 베어링의 장착 및 유지보수 지침서」를 참조하여 그림 21과 같이 베어링 내·외륜 측정기, 간극게이지, 확대경 등 일부를 자체적으로 제작하여 사용하고 있었다.



그림 21. 베어링 검수 장비

그러나 검수장비에 대한 상세한 규격서가 부족하였고, 유지보수 업무를 담당하는 각 차량관리단의 보유 장비(베어링 내·외륜 측정기, 디지털 확대경 등)도 규격화되어 있지 않았다.

비록 차량관리단이 검증받지 않은 장비로 검수업무를 수행하였지만 베어링 제작사의 유지보수 지침서를 참조하여 장비를 제작 사용한 것으로 보아, 이번 사고에 영향을 줄 정도는 아닌 것으로 판단되었지만, 향후 검수 받은 베어링의 정확한 이력관리 등을 위해서 각 차량관리단이 규격화된 장비를 사용 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2.6 분해·정비 후 재사용하는 베어링의 적정여부

사고열차에 장착된 베어링은 1999년 11월 제작되어 화차에서 사용되다가 정비품으로 분류되어 차량관리단에서 분해·정비를 실시한 후 재사용되었다.

그러나 분해·정비 후 사용하는 베어링에 대한 재사용가능 여부를 판단 할 수 있는 객관적인 기준이 부족하였고, 운행 및 검수이력 미기록, 베어링 관리번호 미부여 등 관리가 적절하지 못하였다.

이에 따라 사고열차의 절손된 차축에 사용되었던 베어링이 실제 사용 가능한 상태에서 재사용되었는지 여부를 확인하려 했으나, 차축 절손 시 베어링도 훼손되어 확인할 수 없었다.

3. 결론

3.1 조사 결과

3.1.1 사고열차는 시멘트수송용 화물열차로 2008년 3월 29일 3시 50분 제천조차장을 출발하여 청량리역으로 향하였고, 지평역(량기 67.1km)구내 51A호 선로전환기를 통과하던 중 제동이 자동 체결되어 52A호 선로전환기상에서 정차되었고, 전부로부터 14번째 화차(848019호) 전부대차 2위축이 절손되어 선로 우측으로 탈선되었다.

3.1.2 사고열차는 매곡역(량기 76.7km)을 약 44km/h 속도로 통과하였고, 지평역구내 진입전까지 약 40~60km/h 속도로 운행되었으며, 지평역구내 진입전 약 40km/h 속도로 낮추어 운행되었다.

3.1.3 사고 베어링은 차량관리단에서 2008년 2월 18일부터 2월 20일까지 분해·정비 후 사고 화차에 장착되어 22일간 약 1,900km 운행되었다.

3.1.4 매곡역 21A 선로전환기 CCTV 녹화자료를 분석한 결과, 열차정차지점 약 10km 이전부터 14번째 화차 전부대차에서 불빛이 확인되었고, 곡선구간이 많은 선로의 특성상 열차뒷감시가 규정대로 이행되었다면 열차의 탈선이 방지될 수 있었을 것으로 판단되었다.

3.1.5 사고 차륜의 반대쪽 차륜 압입부 끝단에 미세한 균열이 있었으나, 이러한 균열은 이번 사고와 관계가 없었을 것으로 판단되었다.

3.1.6 사고 차축에 장착된 베어링과 같은 시기에 장착된 같은 차축 반대편 베어링의 오일 씰 상태를 확인한 결과, 오일 씰의 경화나 마모에 의해 베어링의 그리스가 누유될 가능성은 낮을 것으로 판단되었다.

3.1.7 차축 엔드 캡 볼트가 비정상적으로 체결되어 운행 중 차축과 베어링에 유격이 발생하여 그리스가 누유 되었을 가능성은 낮을 것으로 판단되었다.

3.1.8 베어링 세척 후 검수과정에서 베어링에 이물질이 유입될 가능성과 세척 및 조립장이 동일한 실내에 있어 발생된 미세 금속성 이물질이 세척 후 조립 중인 베어링 내부로 유입되어 차축발열을 일으킬 가능성이 있는 것으로 판단되었다.

3.1.9 검수가 완료 된 베어링은 장기간 보관되지 않았고, 그리스를 주입한 후 보관하고 있어 부식에 의한 베어링 손상 가능성은 없었을 것으로 판단되었다.

3.1.10 검증받지 않은 베어링 검수장비인 베어링 내·외륜 측정기, 간극게이지, 확대경 등을 한국철도공사가 자체적으로 제작하여 사용하고 있었지만, 이번 사고에 영향을 줄 정도는 아닌 것으로 판단되었다.

3.1.11 분해·정비 후 재사용하는 베어링의 사용가능여부를 판단 할 수 있는 객관적인 기준을 정하고 관리방식을 개선할 필요성이 있을 것으로 판단되었다.

3.2 사고 원인

이번 중앙선 지평역구내에서 발생한 화물열차 탈선사고의 원인인 차축절손은,

세척된 베어링을 검사 후 조립 시, 철 등 금속성 이물질이 검수하는 과정에서 또는 동일한 실내에 있는 세척장으로부터 유입되어 운행 중 롤러의 본체나 구동면을 마모·연삭시켜, 베어링 내부 틈새 증가, 피로수명 감소, 일직선 불량 등을 발생시켰으며, 그 결과 차축의 하중과 회전력을 베어링이 감당하지 못함에 따라 생긴 차축발열에 의하여 발생된 것으로 판단된다.

더구나 열차뒷감시가 규정대로 이행되지 못하여 사고열차의 탈선이 방지되지 못하였다.

4. 안전권고

항공·철도사고조사위원회는 2008년 3월 29일 발생한 한국철도공사 중앙선 지평역구내 화물열차 탈선사고 조사 결과에 의거 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 한국철도공사에 대하여

- 가. 베어링 검수과정에서 베어링에 이물질이 유입되지 않도록 하고, 주변환경에 의해 베어링 조립장에 이물질이 유입되지 않도록 환경을 개선할 것
- 나. 운행중인 열차의 정상운행 여부 확인을 강화할 수 있는 방안을 강구할 것
- 다. 분해·정비 후 재사용하는 베어링의 사용가능여부를 판단할 수 있는 객관적인 기준을 정하여 시행하고, 베어링의 사용기간, 운행거리, 검수여부 등 이력관리를 강화할 것