보고서 번호
ARAIB/R 11 - 1

한국철도공사 진해선 진해～통해역간 새마을호열차 탈선사고(2010.3.3)

철 도 사 고 조 사 보 고 서

2011. 2. 22

국토해양부

항공・철도사고조사위원회

이 조사보고서는 ‘항공·철도사고조사에 관한 법률’ 제25조에 의하여 작성되었다.

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

또한 제30조에는 사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분절차 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 용도로 사용하여서는 아니 된다.

차 례

Ⅰ. 제목 ····· 1

Ⅱ. 개요 ····· 2

1. 사고개요 ····· 2
2. 조사개요 ····· 2

Ⅲ. 본문 ····· 3

1. 사실정보 ····· 3

1.1 사고경위 ····· 3
1.2 피해상황 ····· 5
1.2.1 인명피해 ····· 5
1.2.2 물적피해 ····· 5
1.2.3 기타피해 ····· 5
1.3 인적정보 ····· 5
1.4 물적정보 ····· 6
1.4.1 차량정보 ····· 6
1.4.1.1 사고차량 주요 제원 ····· 6
1.4.1.2 사고차량 파손상태 ····· 7
1.4.1.3 사고차량 차륜상태 ····· 8
1.5 기상정보 ····· 9
1.6 현장정보 ····· 9
1.6.1 선로정보 ····· 9
1.6.1.1 일반사항 ····· 9
1.6.1.2 침목상태 ····· 10

1.6.1.3 인발 저항력 검증시험 결과 ····· 13
1.6.1.4 선로 유지관리 작업 내용 ····· 15
1.6.1.5 궤간 측정 결과 ····· 18
1.7 열차운행정보 ····· 19
1.7.1 열차운행 횟수 ····· 19
1.7.2 열차운행 속도 ····· 19
1.7.3 열차운행 기록 ····· 20
1.8 검수기록 ····· 21

2. 분석 ····· 22

2.1 사고열차 탈선상황 분석 ····· 22
2.2 선로 유지관리 실태 분석 ····· 23
2.2.1 선로 유지관리 ····· 23
2.2.2 열차 안전운행에 지장이 되는 선로에 대한 조치 ····· 24
2.2.3 장기간 사용하지 않은 선로에 대한 조치 ····· 24
2.3 사고열차 기관사의 운전취급 적정성 분석 ····· 24
2.4 사고차량 검수 등 기타사항 분석 ····· 24

3. 결론 ····· 25

3.1 조사결과 ····· 25
3.2 사고원인 ····· 26

4. 안전권고 ····· 27

4.1 한국철도공사에 대하여 ····· 27

철 도 사 고 조 사 보 고 서

Ⅰ. 한국철도공사 진해선 진해～통해역간 새마을호열차 탈선사고(2010.3.3)

○ 운영기관 : 한국철도공사

○ 운행노선 : 진해선(상행)

○ 발생장소 : 진해～통해역간(창기 20.1㎞, 경남 진해시 여좌동 소재)

○ 사고열차 : 제4226호 새마을호열차
[PMC[1] 차량 2대와 객차 6량(환산10.2량) 편성]

○ 사고유형 : 열차탈선

○ 발생일시 : 2010.3.3(수) 16:28경

[1] PMC : PMC는 Push-pull Multiple Car 의 약칭으로 “전후동력형 디젤액압동력차”를 말한다.

Ⅱ. 개 요

1. 사고개요

2010년 3월 3일(수) 진해선 통해역(16:25출발)에서 출발하여 동대구역(18:08 도착)으로 향하던 한국철도공사 소속 제4226호 새마을호열차(이하 “사고열차” 라 한다.)가 진해역 진입 중 전부로부터 8번째 PMC 차량(이하 “사고차량” 이라 한다.) 후부대차가 탈선되었다.

이 사고로 인명피해는 발생되지 않았으나, 사고차량의 제동디스크, 고무스프링, ATS 차상자, 목침목 및 PC침목 등이 파손되었다.

2. 조사개요

항공・철도사고조사위원회(이하 “위원회” 라 한다.)는 진해～통해역간에서 사고열차가 탈선된 사실을 인지하고, 사고열차 탈선의 정확한 원인규명을 위해 항공・철도 사고조사에 관한 법률 제18조(사고조사의 개시 등)에 따라 사고조사를 개시하였다.

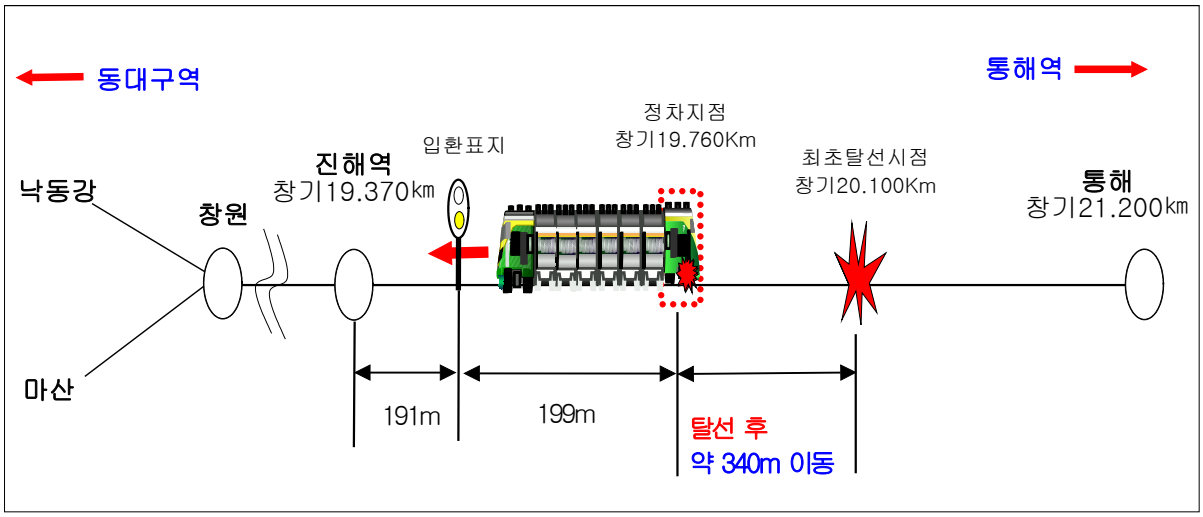
위원회는 사고열차 탈선사고에 대한 사실정보 및 분석으로부터 조사결과를 도출하였으며, 이를 토대로 한국철도공사에 5건의 안전권고를 발행하였다.

Ⅲ. 본 문

1. 사실정보

1.1 사고경위

2010년 3월 3일 16시 28분경 통해역을 출발하여 동대구역으로 가던 사고열차가 진해역으로 진입하던 중 사고차량 후부대차가 [그림 1]과 같이 탈선되었다.

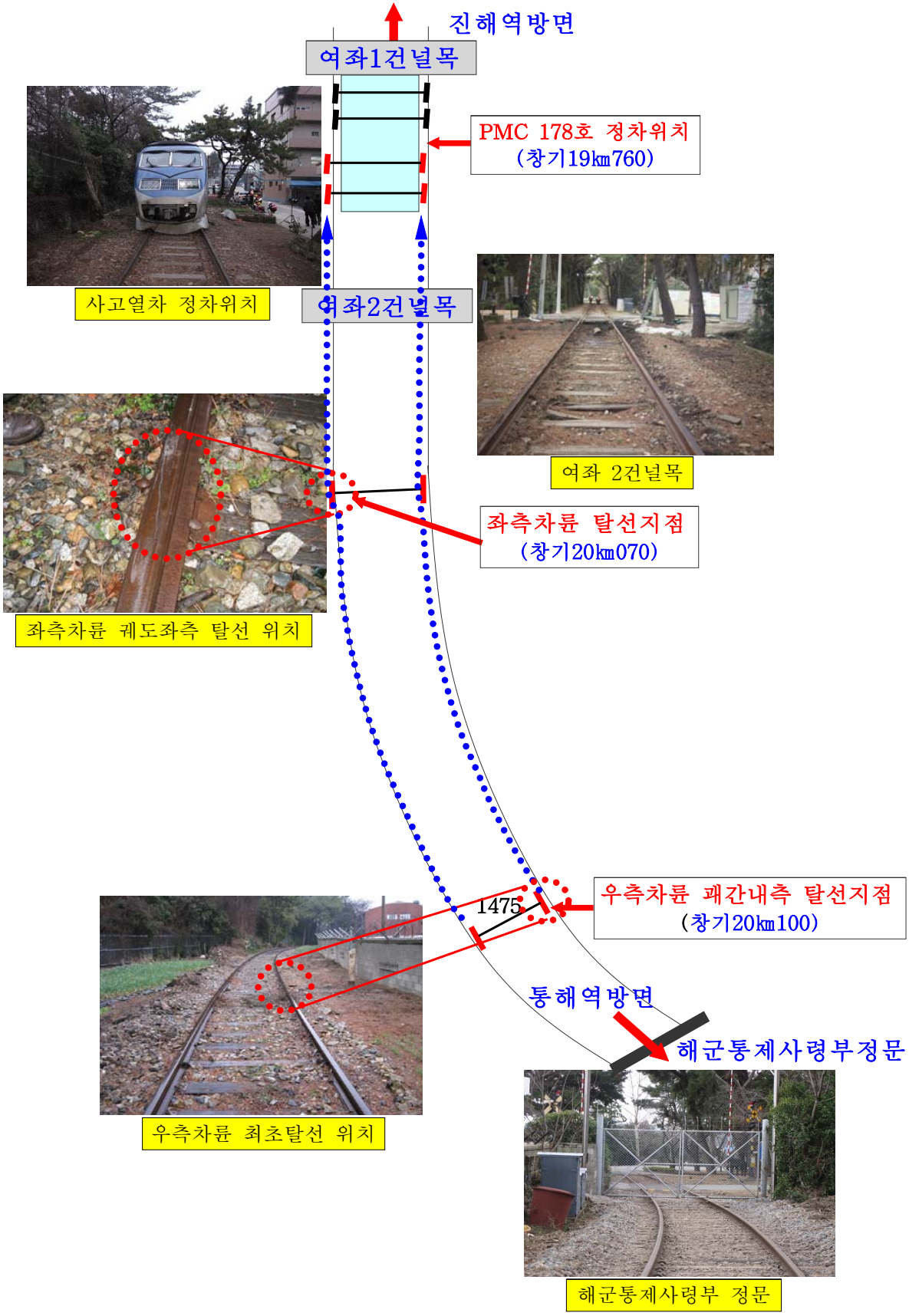


[그림 1] 사고발생구간 요약도

사고열차의 편성은 [그림 2]와 같다.

[그림 2] 사고열차의 편성

사고발생구간 위치별 전경은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 사고발생구간 위치별 전경

1.2 피해상황

1.2.1 인명피해

이 사고로 인한 인명 피해는 없었다.

1.2.2 물적피해

이 사고로 목침목 120개, PC 침목 480개, 차량의 제동디스크 3개, 고무스프링 2개 및 ATS 차상자 1개 등이 손상되었다.

1.2.3 기타피해

이 사고로 인한 열차지연 등 기타 피해는 없었다.

1.3 인적사항

사고열차 기관사 김OO(43세)은 1991년 7월 29일 철도청에 채용되어 마산기관차승무사무소에서 검수원으로 근무하던 중, 1999년 10월 1일 부기관사로 승진하여 가야기관차승무사무소에서 근무하였고, 2003년 11월 5일부터 사고당일까지 마산기관차승무사무소에서 기관사로 근무하고 있었다.

교육이수 사항으로는 1991년 7월 1일부터 7월 27일까지 검수원 신규등용 교육, 1994년 11월 28일부터 12월 10일까지 기관조사 직무전문 교육, 1995년 11월 6일부터 11월 18일까지 기관조사 직무전문 교육, 2001년 5월 7일부터 7월 20일까지 2001년 제2회 등용기관사반 교육, 2004년 6월 8일부터 6월 12일까지 2004년 OJT 디젤전기기관차반 교육 등을 수료하였다.

사고 발생 전 행적은, 3월 1일에는 집에서 휴식을 취하였고, 3월 2일에는 8시 45분경 출근하여 승무 후 14시 26분경 귀가하였으며, 3월 3일 사고당일에는 8시경 출근하여 사고열차를 운전하였다.

기관사의 건강상태는 이상 없었고, 허가 받지 않은 약물 등을 복용하지 않았다고 진술하였으며, 열차에 승무하기 전 열차운영과장으로부터 받은 출무 및 적합성 검사에서도 적합 판정을 받았다.

1.4 물적정보

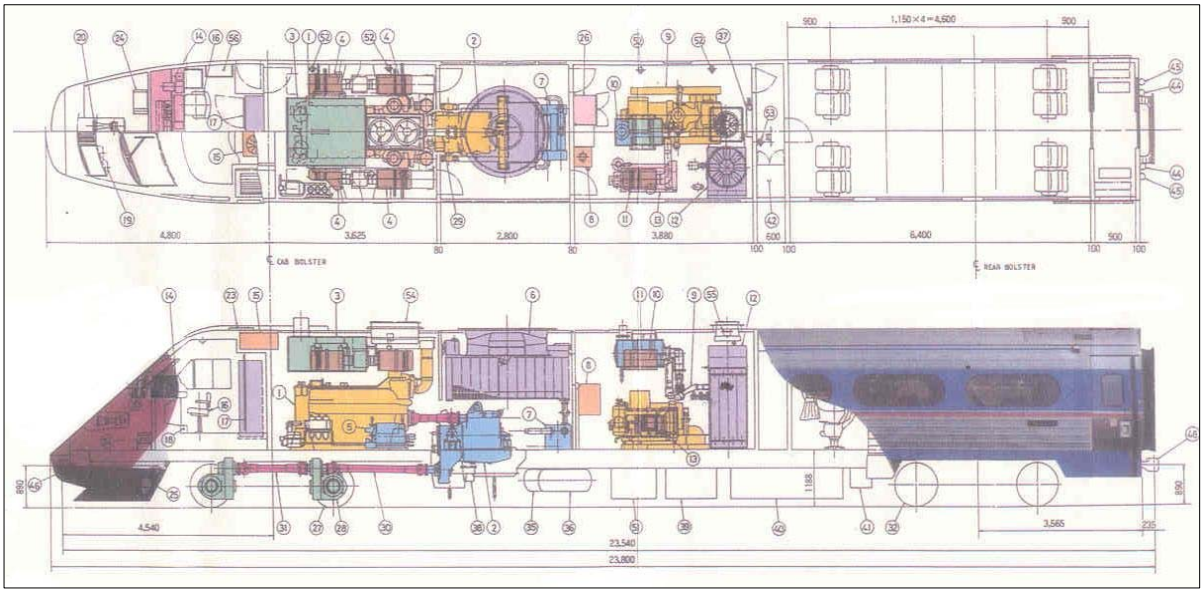
1.4.1 차량정보

1.4.1.1 사고차량 주요 제원

사고차량 178호의 주요 제원은 [표 1]과 같으며, 차량일반도는 [그림 4]와 같다.

차호	제작사	제작년도	차량길이 (㎜)	차량폭 (㎜)	차량높이 (㎜)
178	현대중공업(주)	'93.2.2	23,540	3,000	3,700
설계속도	중량(ton)	대차중심 거리(㎜)	축간거리 (㎜)	차륜내면 거리(㎜)	
150km/h	69	15,200	2,600	1,353~1,356	

[표 1] 사고차량 주요 제원



[그림 4] 사고차량 일반도

1.4.1.2 사고차량 파손상태

사고차량의 파손상태는 [그림 5]와 같다.

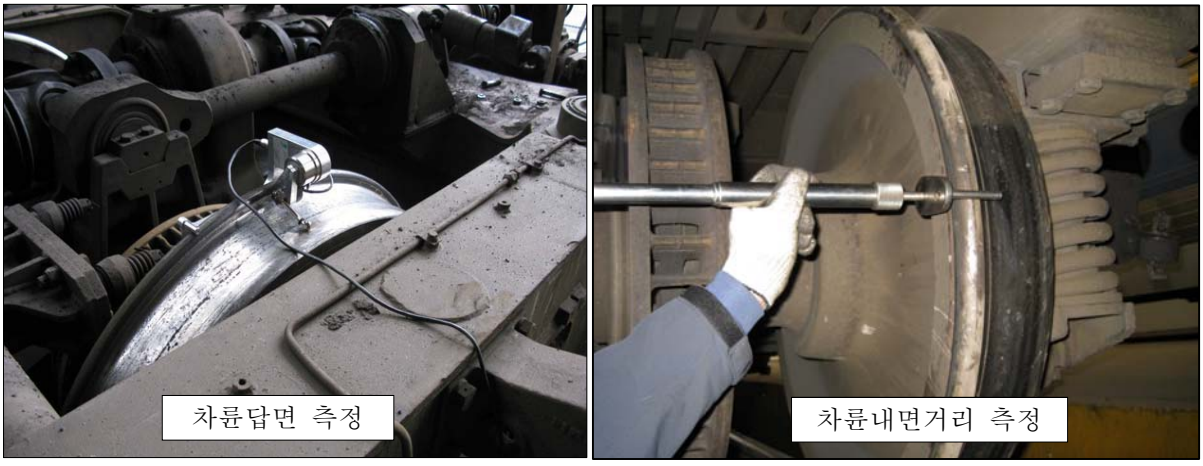
배장기 굴곡 및 파손	축전지상자 하부 긁힘
볼스터 하부 긁힘	제동상자 받침대 파손
펜들럼 링크 하부 파손	살사장치 파손(전・후부대차)

[그림 5] 사고차량 파손상태

사고차량의 파손은 탈선된 후 운행될 때 차량의 하부가 레일상부와 접촉하여 발생된 것으로 보여 졌다.

1.4.1.3 사고차량 차륜상태

사고차량 차륜의 치수는 [그림 6]과 같이 측정하였고, 측정치는 [표 2]와 같다.



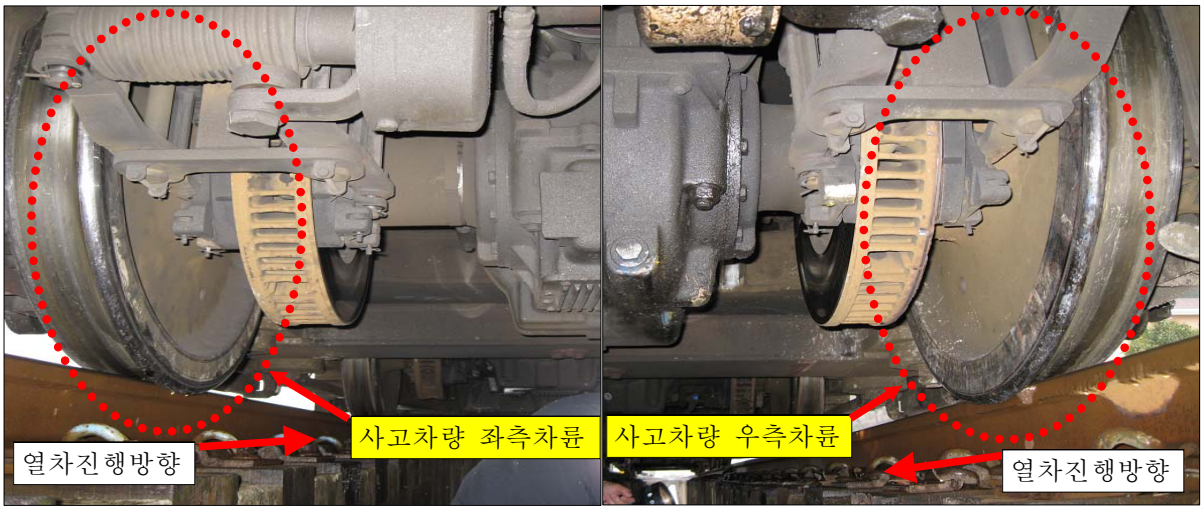
[그림 6] 차륜답면 및 내면거리 측정

차 축		플랜지두께 (mm)	플랜지높이 (mm)	차륜두께 (mm)	차륜내면거리 (mm)
기 준		23～34	25～35	23～65	1,353～1,356
1위	좌	28.14	27.90	55	1,353
	우	28.54	27.86	55	
2위	좌	29.12	27.84	55	1,354
	우	29.29	27.81	55	
3위	좌	29.71	27.25	56	1,353
	우	30.27	27.26	55	
4위	좌	29.08	27.31	56	1,353
	우	29.75	27.27	55	

[표 2] 사고차량 차륜 측정결과

사고차량 차륜의 주요부분을 측정한 결과, 동력차(P.P) 정비기준이내인 것으로 확인되었다.

사고차량 차륜의 훼손상태를 관찰한 결과 [그림 7]과 같이 차륜답면에 찰상, 박리 등의 흔적은 발견되지 않았으나, 차륜 플랜지에 긁힌 흔적이 있었다.



[그림 7] 사고차량 후부대차 4위 좌・우 차륜 훼손상태

차륜 플랜지의 긁힌 흔적은 차륜이 탈선 된 후 침목 위로 주행될 때 레일 옆면과 자갈 등의 접촉으로 인하여 발생된 것으로 보여 졌다.

1.5 기상정보(경남 마산시 지역)

사고발생 전일인 3월 2일 날씨는 대체로 맑았고, 사고 당일 3월 3일 날씨도 대체로 맑았으며, 기온은 최저 3.9℃, 최고 12.2℃이였다.

1.6 현장정보

1.6.1 선로정보

1.6.1.1 일반사항

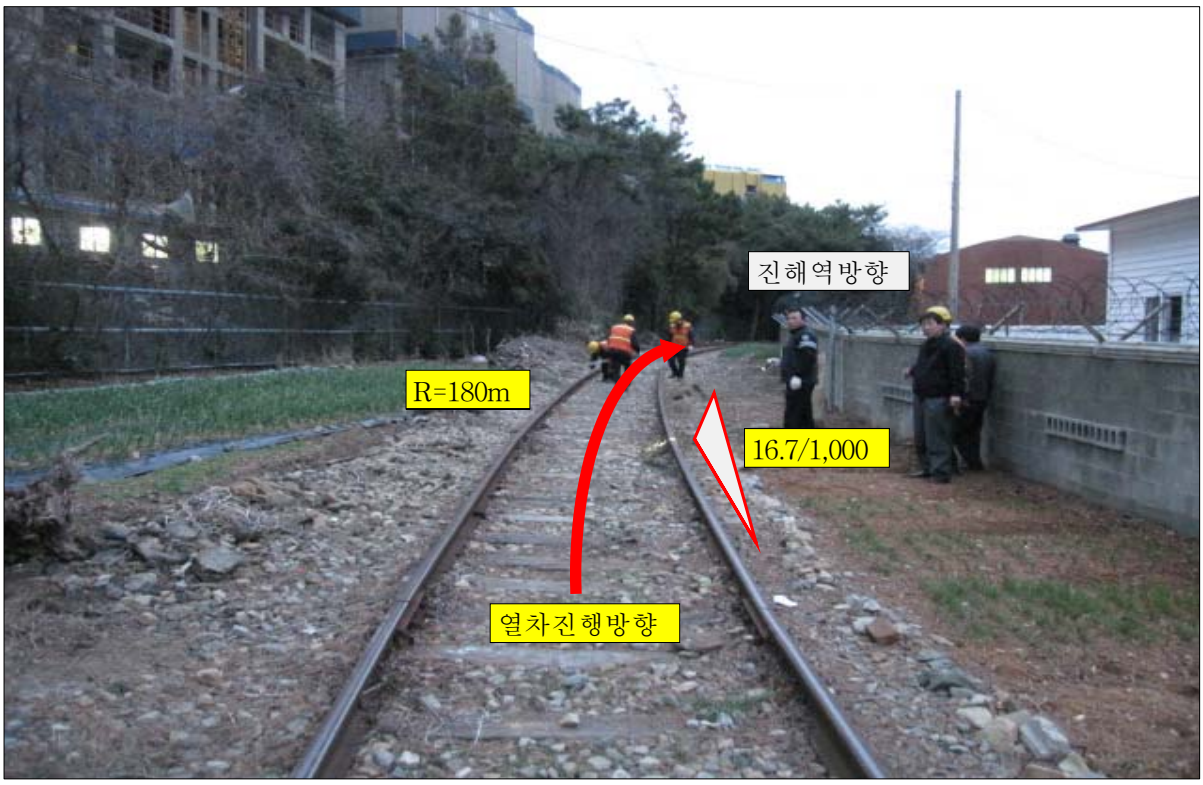
진해선 진해~통해역간 최초 탈선사고가 발생된 선로의 상태는 다음과 같으며, 선로전경은 [그림 8]과 같다.

○ 궤도유형 : 단선궤도의 목침목

○ 구배 : 진해역 방향으로 16.7/1,000 상향구배

○ 곡선반경 : R=180m 우곡선

○ 운행속도 : 25㎞/h(진해역 ↔ 통해역간)



[그림 8] 사고현장 선로전경

1.6.1.2 침목상태

사고발생구간 침목의 정비 및 점검은 한국철도시설공단에서 정한 선로정비지침(2008.11.21) 및 선로점검지침(2008.11.21)에 의거 한국철도공사에서 시행하고 있었고, 관련된 규정은 다음과 같다.

1. 선로정비지침 제31조(스파이크 박기)

가. 목침목 구간에 있어서 스파이크는 침목 1개에 대하여 4개를 일정한 방향으로 팔자형으로 박아야 한다.
나. 급곡선부의 외궤 외측, 동상개소 등의 패킹삽입, 기타 필요하다고 인정되는 경우에는 스파이크 수를 늘릴 수 있다.
다. 스파이크는 침목 가장자리로부터 스파이크 중심까지의 거리는 50mm 이상 되도록 박되, 박는 정도는 스파이크와 레일저부면 사이가 2㎜정도 뜨도록 박아야 한다.
라. 스파이크를 뽑았을 때에 스파이크의 지지력이 감소된 것은 매목을 넣은 다음 고쳐 박든가 혹은 적당한 위치에 고쳐 박아야 하며, 스파이크의 손상 또는 부식이 심한 것은 교환하여야 한다. 또한 침목에 사용 할 매목은 스파이크 구멍보다 약간 큰 것으로 사용하여야 한다.

2. 선로점검지침 제13조(목침목 점검 시 불량판정 기준)

가. 스파이크 인발 저항력이 600㎏f 미만인 것
나. 부식된 단면이 1/3 이상인 것(겉과 속)
다. 박힘의 삭정량이 20밀리미터 이상인 것
라. 갈라져서 스파이크 지지력이 없고 갈라짐 방지가공을 할 수 없는 것
마. 절손된 것

3. 선로점검지침 제15조(기타 궤도재료점검 시 스파이크 불량기준)

가. 길이가 15밀리미터 이상 짧아진 것
나. 굴곡되어 교정이 곤란한 것
다. 두부가 훼손되어 빠루 등으로 뽑을 수 없는 것
라. 부식되어 10%이상 중량이 감소된 것
마. 나사 스파이크는 나사부분이 부식 마모되어 기능이 상실된 것

사고발생구간(약 340m) 550여개의 목침목 상태를 조사한 결과는 아래와 같다.

스파이크는 인발 저항력이 600kgf 미만인 것이 대부분이었고, 손으로도 제거 가능한 것도 70여개나 되었다. 또한, 침목 1개에 대하여 4개를 일정한 방향으로 팔자형(◯◯)으로 박아야 하는데 그렇지 못한 것도 있었고, 박혀있는 스파이크도 일부는 [그림 9]와 같이 약 50㎜ 솟아 있거나, 절손되어 있었다.

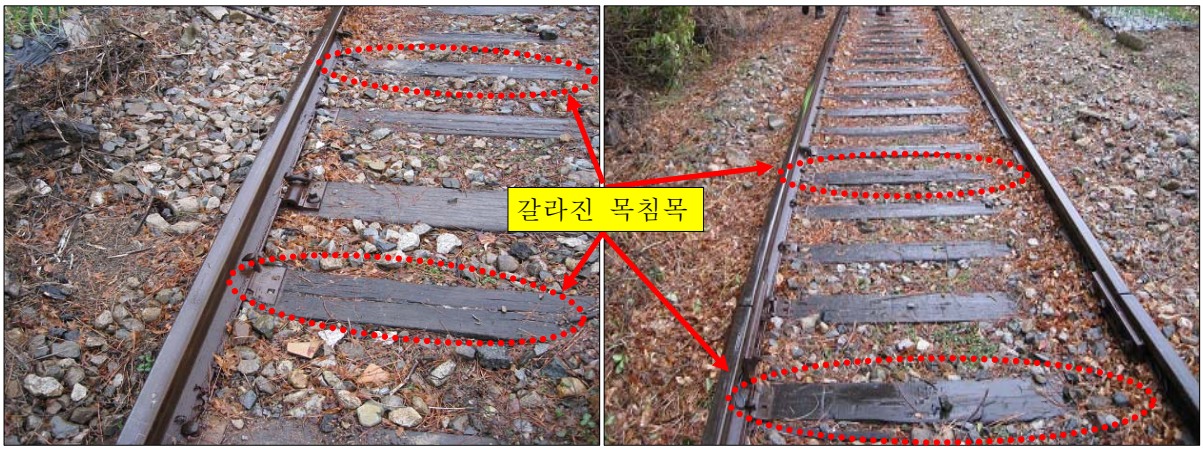
[그림 9] 사고발생구간 스파이크 박힌 상태

부식된 단면이 1/3이상인 목침목이 50%이상이었고, [그림 10]과 같이 전부 부식된 것도 20여개나 되었으며, [그림 11]과 같이 절손된 것이 10여개 있었다.

[그림 10] 부식된 목침목

[그림 11] 절손된 목침목

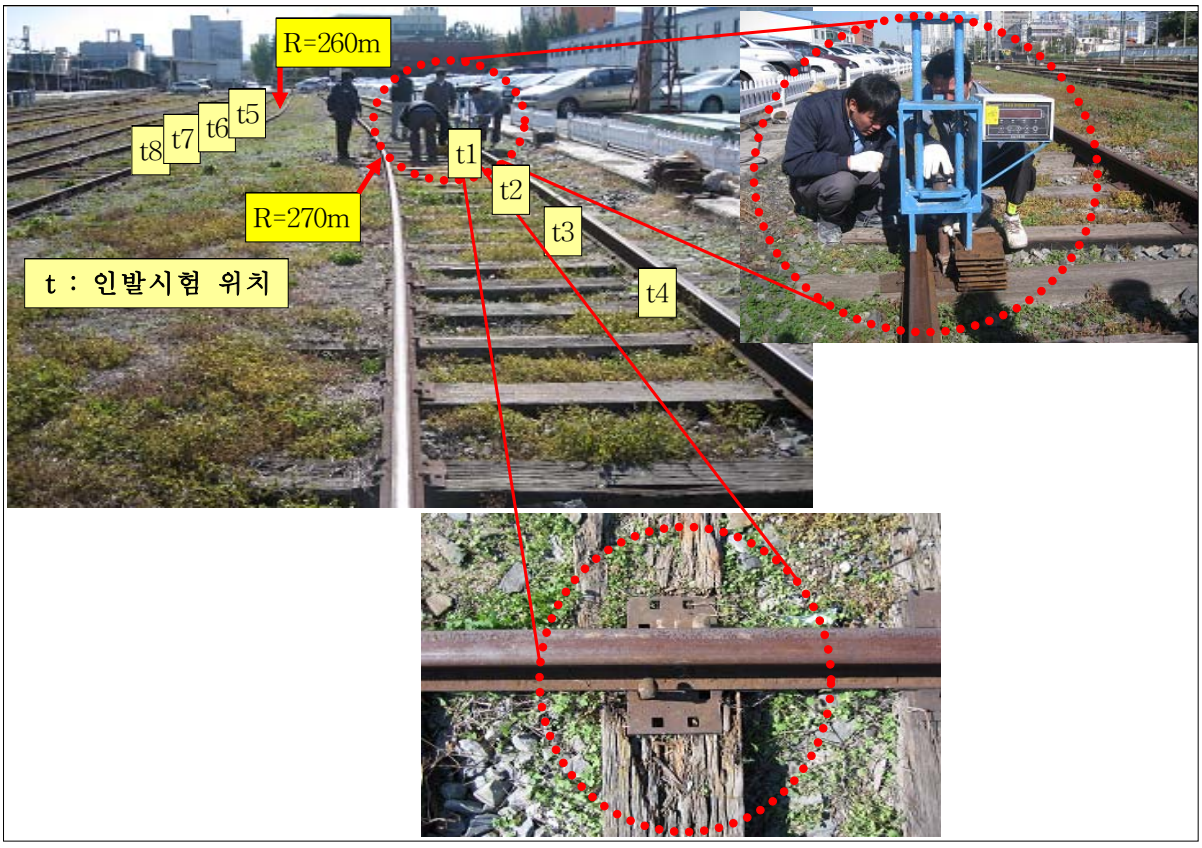
따라서 [그림 12]와 같이 목침목이 갈라져서 스파이크 지지력이 없고, 갈라짐 방지가공도 할 수 없는 상태였다.



[그림 12] 갈라진 목침목

1.6.1.3 인발 저항력 검증시험 결과

사고발생구간에 박혀 있는 스파이크의 인발 저항력 크기 정도를 확인하기 위하여 사고현장 침목의 부식된 상태와 곡선반경 등이 가장 유사하고, 동종의 스파이크가 박혀있는 대전역 인근에서 인발 저항력 크기 정도를 시험한 결과는 [그림 13] 및 [표 3]과 같다.



[그림 13] 스파이크 인발 저항력 시험

구 분	시험결과(kgf) (기준 600kgf이상)	구 분	시험결과(kgf) (기준 600kgf이상)
t1	480	t5	759
t2	603	t6	486
t3	126	t7	402
t4	123	t8	552

[표 3] 스파이크 인발 저항력 시험결과

[표 3]의 스파이크 인발 저항력 시험결과로 볼 때, 사고발생구간의 [그림 10]과 같이 부식된 목침목에 박혀 있는 스파이크의 인발 저항력은 이 시험결과 보다도 훨씬 더 좋지 않았을 것으로 판단되었다.

1.6.1.4 선로 유지관리 작업 내용

사고발생구간의 선로 유지관리 작업은 한국철도시설공단에서 정한 선로정비지침(2008.11.21), 선로점검지침(2008.11.21) 및 보선작업지침(2008.11.21)에 의거 한국철도공사에서 시행하고 있으며, 금번 사고와 관련된 규정은 다음과 같다.

1. 선로정비지침 제64조(탈선방지가드레일)

가. 본선으로서 곡선반경 300m 미만의 곡선에 해당하는 개소는 탈선방지가드레일을 부설하여야 한다.

2. 선로점검지침 제24조(도보순회)

가. 변상[2]진행이 계속되어 열차안전운행에 지장되거나 새로이 선로구조물의 변상이 발견되었을 경우 지역본부장은 적절한 조치를 취해야 한다.

3. 선로점검지침 제26조(점검 및 시운전)

가. 장기간 사용하지 아니하던 선로에 최초 열차를 운전하고자 할 때는 사전에 점검을 실시하고 필요에 따라 시운전을 시행 할 수 있다.

4. 보선작업지침 제80조(레일밀림이 일어나기 쉬운 개소)

가. 레일밀림이 일어나기 쉬운 개소로 단선에서의 곡선부에는 레일밀림방지장치 등을 설치한다.

[2] 변상 : 구조물의 파손, 부식, 풍화, 마모, 누수, 침하, 경사, 이동 및 기초지반의 세굴 등으로 열차운전에 지장을 주거나 여객 및 공중의 안전에 지장할 우려가 있는 상태를 말한다.

사고발생구간의 선로 도보순회 점검은 마산시설사업소 진해시설반(이하 “진해시설반”이라 한다.)에서 선로 유지관리 관련 규정에 의거 주 1회 실시하고 있었다. 사고발생구간의 선로 도보순회 점검내용은 [표 4]와 같다.

점검일	구 간	발견자	발견사항	조치사항	문제점
1.4(월)	진해～통해	우OO 이OO	- 스파이크 부상 - 볼트이완 - 체결구 이완 - 레일앙카 이완	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
1.11(월)	진해～통해	이OO 최OO	- 스파이크 보수 - 이음매 볼트보수 - 체결구 보수 - 레일앙카 보수	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
1.18(목)	진해～통해	우OO 김OO	- 스파이크 부상 - 이음매 볼트이완 - PC체결구 이완 - 레일앙카 탈락	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
1.25(월)	진해～통해	우OO 김OO	- 스파이크 부상 - 이음매 볼트이완 - PC체결구 이완 - 앙카 이완	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
2.1(월)	진해～통해	우OO 최OO	- 스파이크 부상 - 이음매 볼트이완 - 체결구 이완 - 레일앙카 이완	- 스파이크 보수 - 이음매볼트 조우기 - 체결구 보수 - 레일앙카 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
2.8(월)	진해～통해	이OO 최OO	- 볼트 조우기 - 스파이크 박기 - 앵카 붙이기 - 체결구 보수	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
2.10(수)	진해～통해	이OO 최OO	- 앵카 붙이기 - 스파이크 박기 - 볼트 조우기 - 체결구 조우기	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
2.11(목)	진해～통해	우OO 김OO	- 스파이크 부상 - 이음매 볼트이완 - 체결구 이완 - 레일앙카 이완	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
2.12(금)	진해～통해	이OO 김OO	- 스파이크 - 볼트 - 레일앙카 이완	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음
2.16(월)	진해～통해	김OO 최OO	- 스파이크 부상 - 이음매 볼트이완 - PC체결구 이완 - 앙카 탈락	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음
2.22(월)	진해～통해	우OO 김OO	- 스파이크 부상 - 이음매 볼트이완 - PC체결구 탈락 - 앙카 탈락	- 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수 - 순회중 보수	- 없음 - 없음 - 없음 - 없음

[표 4] 진해선 진해～통해역간 선로 도보순회 점검내용

사고발생구간의 선로 유지보수 작업은 진해시설반에서 선로 유지관리 관련 규정에 의거 실시하고 있었으며, 선로 유지보수 작업내용은 [표 5]와 같다.

연도	날짜	작업구간		작업내용			인원(명)	비고
		시점	종점	작업종별	작업량	단위		
2009	02월 04일	21㎞000	21㎞120	울타리 도색	40	m	11	
	02월 05일	21㎞000	21㎞120	울타리 도색	45	m	12	
	02월 06일	21㎞000	21㎞120	울타리 도색	35	m	9	
	02월 09일	19㎞500	21㎞120	지장수목 제거	200	그루	8	
	02월 10일	19㎞500	21㎞120	지장수목 제거	200	그루	9	
	02월 20일	19㎞500	21㎞080	환경정리	1,580	m	5	
	07월 30일	19㎞500	20㎞300	제초	800	m	4	
	07월 31일	20㎞300	21㎞000	제초	700	m	3	
	08월 07일	19㎞500	21㎞090	제초	300	m	3	
	09월 18일	19㎞700	21㎞000	제초	1,300	m	4.5	
	12월 29일	19㎞700	20㎞000	총 다지기	30	m	3	
	12월 29일	19㎞821	여좌1RC	건널목 보수	1	개소	2.5	
2010	02월 23일	19㎞400	21㎞100	지장수목 제거	200	그루	18	

[표 5] 진해선 진해~통해역간 선로 유지보수 작업내용

진해시설반에서는 사고발생구간의 선로 도보순회 점검 및 선로 유지보수 작업을 [표 4] 및 [표 5]와 같이 실시하였다고 했으나, 스파이크 박기, 불량한 목침목 교체, 곡선반경 300m 미만의 곡선선로에 탈선방지가드레일 설치, 선로구조물 변상 발견 시 적절한 조치 및 장기간 사용하지 아니하던 선로에 열차운행 시 사전 점검 또는 시운전 시행 등을 실시하지 않았다.

1.6.1.5 궤간 측정 결과

사고발생구간의 궤간은 국토해양부 철도건설규칙(2009.9.1), 한국철도시설공단 선로정비지침(2008.11.21)에 의거 한국철도공사에서 관리하고 있으며, 궤간과 관련된 규정은 다음과 같다.

1. 철도건설규칙 제6조(궤간) 궤간은 1,435밀리미터이다.

2. 선로정비지침 제8조(궤도의 정비기준 및 정비작업의 마감기준)

구 분		본 선(mm)	측 선(mm)
궤도 정비 기준	궤 간	+10 ~ -2	+10 ~ -2
	수 평	7	9
	면마춤	직선(레일길이 10m에 대하여) 7 곡선(레일길이 2m에 대하여) 3	직선(레일길이 10m에 대하여) 9 곡선(레일길이 2m에 대하여) 4
	줄마춤	레일길이 10m에 대하여 7	레일길이 10m에 대하여 9

3. 선로정비지침 제9조(슬랙)

가. 곡선반경 600m 이하인 곡선구간의 궤도에는 다음 계산식 또는 슬랙표에 따라 슬랙을 두어야 하며, 슬랙은 곡선의 외측레일을 기준으로 안쪽 레일을 확대하여 붙인다. 곡선반경 600m초과의 곡선이라 할지라도 필요에 따라 4mm까지 슬랙을 붙일 수 있다. 다만, 슬랙은 30mm 이하로 한다.

(1) 계산식

$$S = \frac{2,400}{R} - S'(S' = 0 \sim 15)$$

S:슬랙(mm) R:곡선반경(m) S′:조정치(mm)

(2) 슬랙표

곡선반경(m)	S(mm)		곡선반경(m)	S(mm)	
	최소(S′=15)	최대(S′=0)		최소(S′=15)	최대(S′=0)
90~120	12	27	300~349	0	8
120~169	5	20	350~399	0	7
170~189	0	14	400~499	0	6
190~209	0	13	500~599	0	5
210~249	0	11	600이상	0	4
250~299	0	9			

사고발생구간의 궤간을 궤도와 관련된 규정에 의거 궤도정비기준값을 산정한 결과, 아래와 같다.

궤도정비기준값(mm) =
1,435(궤간)+10(궤도정비기준 허용치)+14(슬랙:곡선반경 170～189m)=1,459

최초 탈선지점의 궤간을 측정한 결과 1,475㎜로 관련된 규정에서 정한 궤도정비기준값(1.459㎜)보다 16㎜ 확장되어 있었다.

1.7 열차운행정보

1.7.1 열차운행 횟수

진해～통해역 구간은 해군사관학교 졸업식 참석 등을 위한 단체수송용 임시열차가 간헐적으로 운행되고 있었고, 동 구간 열차운행 횟수는 [표 6]과 같다.

구 분	2007년	2008년	2009년
운행횟수	9	2	11

[표 6] 진해선 사고발생구간 열차운행 횟수

동 사고 구간은 무궁화호 임시열차(통해～괴동)가 2009년 8월 17일 마지막으로 운행한 이후 7개월 이상 운행되지 않은 상태였다.

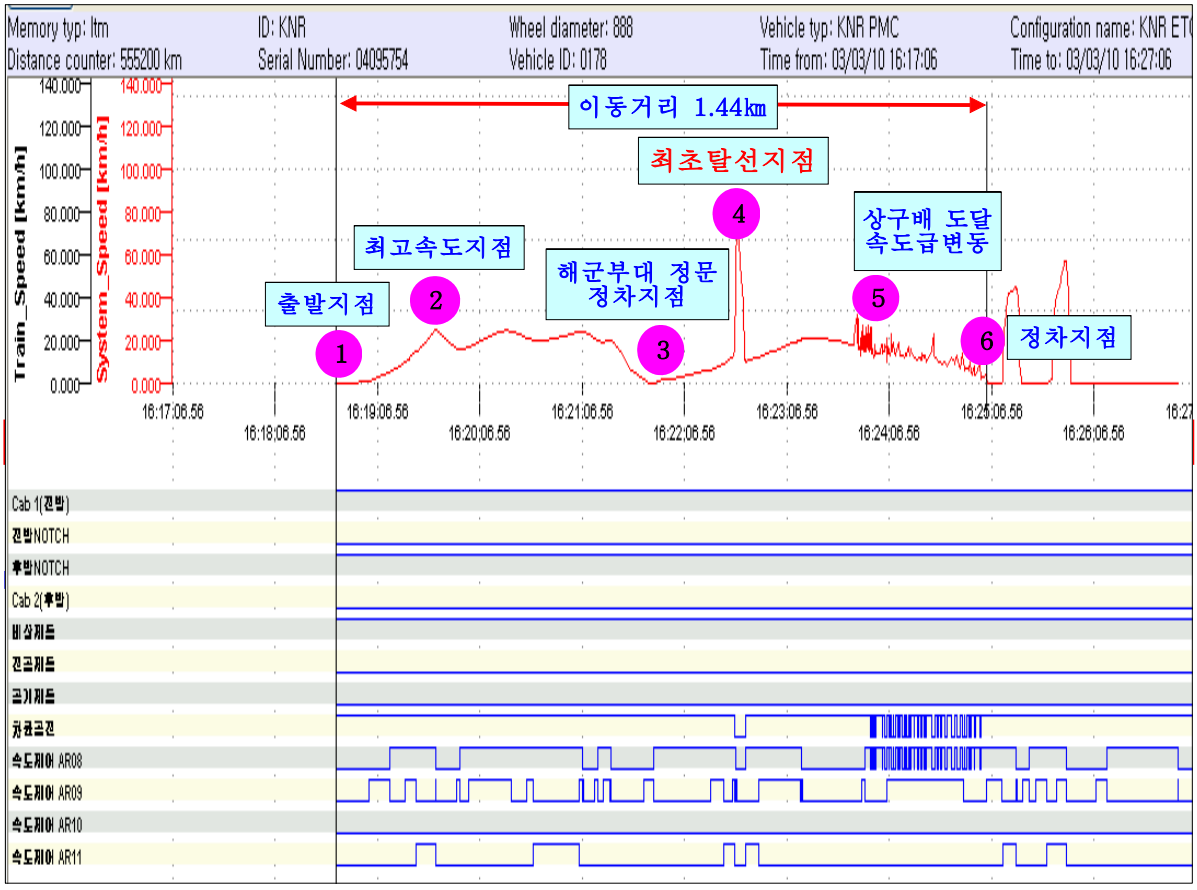
1.7.2 열차운행 속도

진해선 진해～통해간 열차운행 속도는 한국철도공사 경남지사의 취약구간(건널목, 곡선, 구배, 부대정문 개폐 등으로 주의 운전 필요) 지정에 의거하여 마산기관차승무사업소 운전작업내규(2009.11) 제19조(진해-통해간 운전취급) ①항에 “진해～통해간을 운전하는 열차는 차량입환방식에 준하여 25㎞/h이하로 운전”하도록 지정하여 운용하고 있었다.

1.7.3 열차운행 기록

사고열차의 운행기록을 확인한 결과, [그림 14] 및 [표 7]과 같이 사고열차는 16시 18분 49초경 출발하였고, 16시 19분 41초경 24.89㎞/h로 운행되었으며, 16시 21분 45초경 해군부대 정문 앞에서 철문의 개방을 위하여 정차하였다가 계속 운행되었다.

16시 22분 37초경 최초탈선으로 차륜공전[3]이 발생되었으나, 기관사는 차량 진동이나 먼지 등 이상 징후를 감지하지 못하여 계속 운행하였고, 16시 23분 48초경 상향구배(25/1,000) 도달 시 차량공전이 심하게 발생하면서 감속되자, 주제어기(스로틀레버)를 조작하여 부하와 균형을 맞추기 위해 견인력을 계속 감속시킨 결과, 16시 25분 04초경 견인력과 열차저항이 평형이 되는 지점에서 자연정차하였다.



[그림 14] 사고열차 운행기록

(3) 차륜공전 : 열차 출발 또는 가속 시 차륜과 궤도사이의 마찰계수를 초과할 때 차륜이 진행하지 않고 미끄러져 헛도는 현상을 말한다.

NO	Time	주행거리(㎞) (이동거리(m)	속도 (㎞/h)	차륜 공전	속도 제어	위 치
34735	16:18:49.50	1300.958(0)	0.000	1 (작동)	0 (미작동)	① 출발지점
34763	16:19:41.20	1301.071(113)	24.890	1	0	② 운행 중 최고속도지점
34827	16:21:45.90	1301.709(751)	0.000	1	1	③ 운행 중 해군부대 정문 정차지점
34857	16:22:37.00	1301.787(829)	59.310	1	0	④ 최초 탈선지점 (차륜공전발생 속도급상승)
34903	16:23:48.00	1302.167(1,209)	31.050	1	0	⑤ 상구배 도달 속도급변동 지점
35060	16:25:04.00	1302.398(1,440)	0.000	1	1	⑥ 자연정차지점

[표 7] 위치별 사고열차 운행 현황

1.8 검수기록

사고차량에 대한 정기검수 기록을 확인한 결과, [표 8]과 같이 별다른 이상은 발견되지 않았다.

차호	검수종별	검수일자	검수기관	비고
178	일상 검수(D)	'10.3.2	부산차량사업소	특이사항 없음
	6개월 검수(6M)	'10.1.29	수도권철도차량정비단	특이사항 없음
	2년 검수(2Y)	'09.4.22	수도권철도차량정비단	특이사항 없음

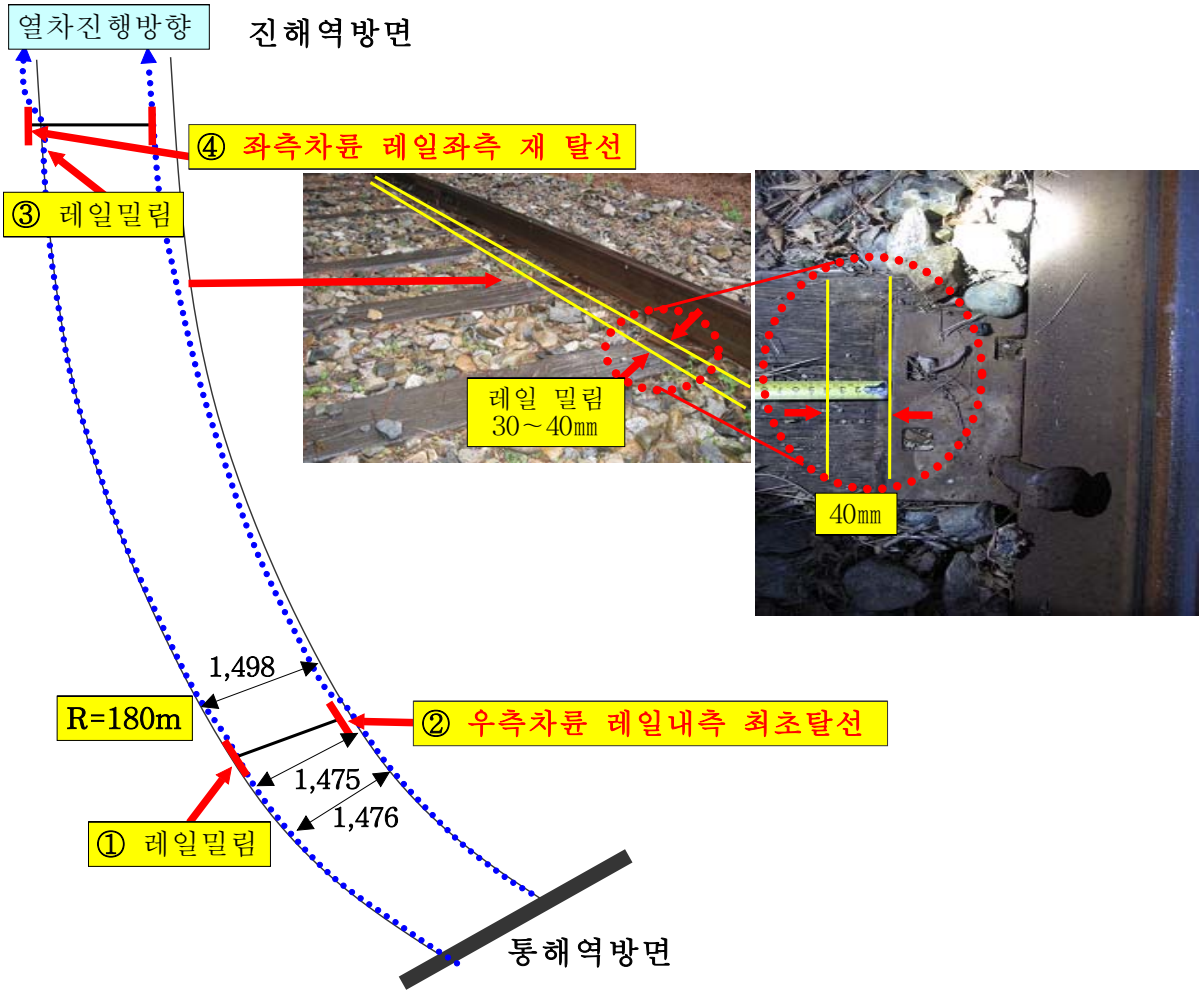
[표 8] 사고차량 검수기록

2. 분석

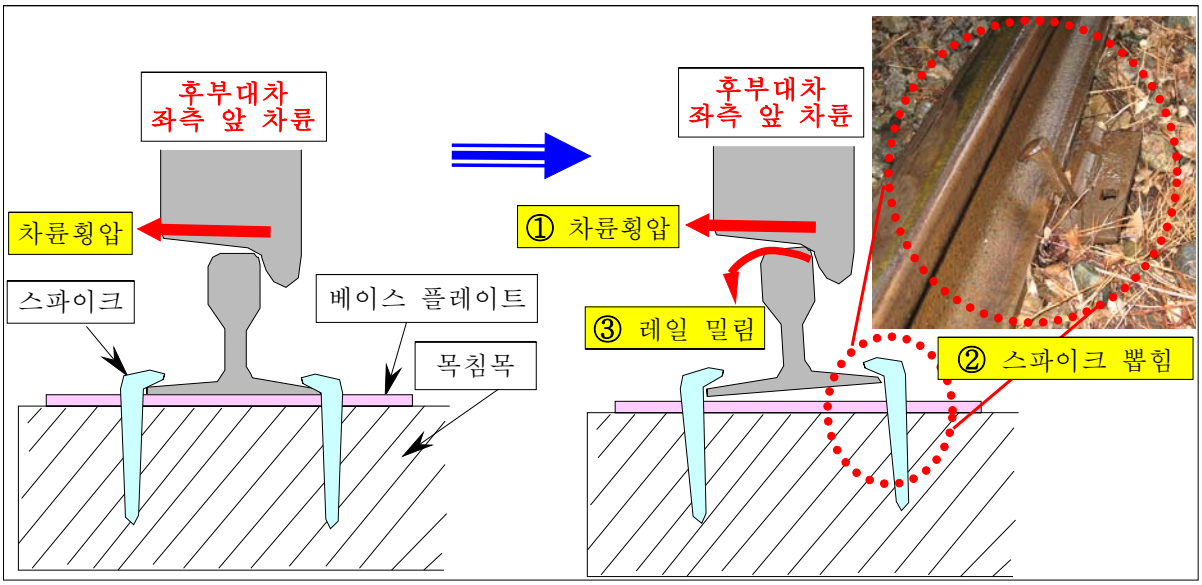
진해선 진해~통해역간 새마을호열차 탈선사고의 원인을 규명하기 위해 사고열차 탈선상황, 선로 유지관리 실태, 사고열차 기관사의 운전취급 적정성, 사고차량 검수 및 기타사항에 대하여 분석하였다.

2.1 사고열차 탈선상황 분석

[그림 15]와 같은 R=180m의 우곡선 선로를 사고열차가 운행할 때, [그림 16]과 같이 원심력에 의해 좌측으로 발생하는 횡압으로 인하여 부식된 목침목에 설치되어 있는 스파이크가 레일을 지지하지 못해 레일이 좌측으로 밀리면서 [그림 15]와 같이 궤간을 확장시켜, 곡선내측의 우측차륜이 궤도 안쪽으로 최초 탈선된 것으로 분석되었다.



[그림 15] 사고발생구간 탈선상황



[그림 16] 차륜횡압의 영향에 의한 궤간확장 개념도

또한 [그림 15]와 같이 우측차륜이 탈선된 상태로 곡선구간을 계속 전진하다가 직선구간으로 진입하였을 때 횡압에 의해 좌측차륜 플랜지도 레일을 타고 넘어가 궤도 바깥쪽으로 탈선된 것으로 분석되었다.

2.2 선로 유지관리 실태 분석

2.2.1 선로 유지관리

사고발생구간의 목침목은 부식된 단면이 1/3이상인 목침목이 50%이상이었고, 전부 부식된 것도 20여개나 되었으며, 절손된 것도 10여개 있었다. 스파이크 인발저항력이 600㎏f 미만인 것이 70여개, 목침목이 갈라져서 갈라짐 방지가공을 할 수 없는 것도 있었고, 궤간은 궤도정비기준값에서 16㎜ 확장되어 있었으며, 곡선반경이 300m미만의 곡선선로에 부설되어야 하는 탈선방지가드레일이 부설되지 않는 등 선로 유지관리 관련 규정에 의한 유지관리가 되지 않은 상태였다.

또한, 사고발생구간을 포함한 진해선 진해~통해간 불량침목 보수를 위하여 2009년도에 2차례(7.7, 12.29)에 걸쳐 한국철도공사 부산경남본부가 본사에 256개(전체 시설량 2,099개의 12.1%)의 침목을 조달요구 하였으나, 사고 당일까지 조달되지 않았다.

2.2.2 열차 안전운행에 지장이 되는 선로에 대한 조치

2.2.1의 내용과 같이 사고발생구간 선로는 열차가 운행하지 못할 정도로 유지관리가 미흡하였고, 또한 한국철도시설공단 선로점검지침 제24조에 의한 적절한 조치도 취해지지 않았다.

2.2.3 장기간 사용하지 않은 선로에 대한 조치

사고발생구간은 2009년 8월 17일 최종적으로 열차가 운행된 이후 7개월 이상 사용되지 않은 선로로서 한국철도시설공단 선로점검지침 제26조에 의한 열차 운행 전 사전점검 또는 시운전이 필요하나 이러한 조치가 취해지지 않았다.

2.3 사고열차 기관사의 운전취급 적정성 분석

사고열차의 열차운행기록 검토 및 기관사 인터뷰 결과, 기관사는 운전명령과 운전취급규정에 따라 운행하였다.

2.4 사고차량 검수 등 기타사항 분석

사고차량 차륜의 치수는 동력차 정비기준치 이내였고, 검수내용도 이상이 없었으며, 그 외 탈선과 관련된 특이한 사항은 없었다.

3. 결론

위원회는 사고열차에 대한 사실정보 및 원인분석을 근거로 다음과 같이 조사 결과를 도출하였다.

3.1 조사 결과

3.1.1 2010년 3월 3일 16시 20분경 통해역을 출발하여 동대구역으로 향하던 한국철도공사 새마을호열차가 진해역으로 진입하던 중(창기 20.1㎞) 8번째 PMC 차량의 후부대차가 탈선되었다.

3.1.2 사고지점의 곡선선로를 사고열차가 통과 할 때 원심력에 의해 좌측으로 횡압이 발생하였으나, 궤도의 인발 저항력이 그 횡압을 견디지 못해 레일이 좌측으로 밀리면서 궤간을 확장시켜 곡선 내측의 우측차륜이 궤도 안쪽으로 탈선되었다.

3.1.3 또한, 탈선 된 상태로 곡선구간을 계속 전진하다가 직선구간 진입 시 횡압에 의해 좌측차륜 플랜지가 레일을 타고 넘어가 좌측차륜도 궤도 바깥쪽으로 탈선되었다.

3.1.4 이 사고로 인한 인명피해는 없었으나, 목침목, 차량의 제동디스크, 고무스프링 및 ATS 차상자 등이 손상되었다.

3.1.5 사고차량의 파손은 탈선 된 후 침목 위로 주행 될 때 레일 또는 자갈과의 접촉으로 인하여 발생한 것이었다.

3.1.6 사고발생구간 선로점검이 궤도검측차 없이 도보순회방식으로만 실시되었고, 궤간 확장, 목침목 불량, 스파이크 인발저항력 약화 현상 등 안전저해요소가 자세하게 점검, 기록 및 보고되지 않았다.

3.1.7 사고발생구간의 목침목은 부식된 단면이 1/3이상인 목침목이 50%이상이었고, 전부 부식된 것도 20여개나 되었으며, 절손된 것도 10여개 있었다. 스파이크 인발 저항력이 600㎏f 미만인 것이 70여개, 목침목이 갈라져서 갈라짐 방지 가공을 할 수 없는 것도 다수 있었다.

3.1.8 탈선지점의 궤간은 궤도정비기준값에서 16㎜ 확장되어 있었으며, 곡선선로에는 관련규정과 달리 탈선방지 가드레일이 설치되지 않았다.

3.1.9 사고발생구간 등의 보수를 위해 한국철도공사 부산경남본부가 2009년도에 2차례에 걸쳐 본사에 침목을 조달요구 하였으나, 사고 당일까지 조달되지 않았다.

3.1.10 한국철도시설공단 선로점검지침 제26조(점검 및 시운전)에 장기간 사용하지 아니하던 선로에 최초 열차를 운전하고자 할 때 사전점검 또는 시운전을 하도록 정해져 있으나 이러한 조치가 이행되지 않았으며, “장기간”의 구체적인 기준도 없었다.

3.1.11 사고열차 기관사는 사고당시 운전명령과 운전취급규정에 따라 열차를 운행하고 있었다.

3.2 사고 원인

2010년 3월 3일(수) 진해선 진해～통해역간에서 발생한 새마을호열차 탈선사고는 다음과 같은 원인에 의해 발생하였다.

부패한 목침목, 침목과 레일간을 고정시켜주는 스파이크 관리 부적절 및 곡선부 탈선방지 가드레일 미설치 등으로 차륜횡압에 대한 인발저항력이 부족한 상태에서 사고차량이 곡선부를 주행하다가 횡압에 의해 좌측 레일이 좌측으로 밀리면서 궤간을 확장시켜 우측 차륜이 레일 안쪽으로 탈선되었다.

이 사고의 기여요인은, 사고발생구간 선로 유지관리가 규정대로 시행되지 않았고, 장기간 사용되지 않던 선로에 대한 열차 안전운행 가능여부 확인이 사전에 실시되지 않았다.

4. 안전권고

항공・철도사고조사위원회는 진해선 진해～통해역간에서 발생한 새마을호열차 탈선사고에 대한 조사결과에 의거 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 한국철도공사에 대하여

1. 일정기간 이상 사용하지 아니하던 선로에 열차를 운행시키고자 할 때에는 열차 안전운행 가능여부를 사전에 확인한 후 운행을 결정 할 것.

2. 사고발생구간의 선로상태를 전면 점검하여 궤도부분 침목부식, 레일고정장치 이탈 등의 우려가 있을 경우 열차운행을 제한 할 것.(‘10.3.5 권고)

3. 장기간 사용하지 않는 선로에 대하여도 시설물 기능이 정상상태가 되도록 관련 규정에 의거 유지관리를 철저히 하고, 비정상상태 확인 시 열차운행 중지 및 신속한 기능 확보가 가능하도록 관리・감독체계를 강화 할 것.

4. 선로 유지보수를 위한 자재는 선로 유지보수 담당부서의 요구에 따라 신속히 조달되도록 할 것.

5. 선로에 대한 점검을 철저히 하고, 그 결과를 정확하게 기록 할 것.