

보고서 번호

ARAIB/R 07-09

한국철도공사 경부선 수원역구내 새마을호 동력차 화재사고('07.1.8)

철도사고조사보고서



2007. 6. 28



건설교통부

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. 사고 개요	1
2. 조사 개요	1
II. 사실 정보	2
1. 사고 경위	2
2. 피해 사항	3
3. 인적 정보	3
4. 물적 정보	4
5. 화재 차량 조사	8
III. 분석	15
1. 화재 발생 시점 분석	15
2. 기관실내의 발화 원인 분석	15
3. 공기 여과지 발화원 분석	17
IV. 조사 결론	20
1. 조사 결과	20
2. 화재 원인	21
V. 안전권고	22
VI. 부록	23

철도사고조사보고서

운영기관 : 한국철도공사
사고노선 : 경부선
발생장소 : 수원역구내(경기도 수원시 권선구 소재)
사고유형 : 열차화재
사고일시 : 2007. 1. 8(월) 17:06경

I. 개요

1. 사고 개요

2007년 1월 8일(월) 17시 6분경, 부산역을 떠나 서울역으로 가던 제1006 새마을 열차가 경부선 수원역에 진입하면서 전부(前部) 제160호 디젤동력차의 기관실에서 화재가 발생하였다.

2. 조사 개요

항공·철도 사고조사위원회에서는 경부선 수원역구내에서 새마을열차에 화재가 발생한 사실을 접수한 후 정확한 사고원인 규명과 사고재발 방지대책을 수립하고자 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제18조에 의거하여 사고 조사를 실시하였다.

기관실의 소손(燒損)상태 정밀조사, 화재전문가의 의견, 기관사와의 면담, 열차 운행상황, 검수기록 등을 참조로 하여 조사보고서를 작성하였다.

II. 사실 정보

1. 사고 경위

2007년 1월 8일 12시 30분에 부산역을 출발하여 서울역으로 가던 제1006 새마을열차가 17시 6분경 수원역구내에 진입하여 정차하기 직전에 기관사가 제160호 디젤동력차 기관실에서 타는 냄새와 매연이 발생하는 것을 발견하였다.

기관사가 열차를 정차시킨 후에 수원역에 무전기로 연락을 취한 후 기관실 출입문을 열어보니 기관실 우측에서 연기와 함께 불꽃이 발생하는 것을 발견하고 기관차에 적재되어 있던 소화기 2대를 사용하여 초기 진화를 시도하였고, 곧이어 수원역에 근무하는 역무원 2명이 가져온 소화기 7대를 사용하여 17시 25분경에 화재를 완전히 진압하였다.

화재가 진압되는 동안 열차에 탑승하고 있던 승객 191명은 여객전무(조○○, 27세)의 안내방송에 따라 열차에서 내려 대피하고 있다가 화재 진압 후 17시 36분경 후속열차인 제1214 무궁화열차에 환승하였다.

화재가 발생한 제1006 새마을열차는 제184호 후부동력차의 동력으로 17시 40분경에 수원역을 출발하여 철도공사 용산 차량기지로 19시 8분경에 입고되었다.

열차가 수원역에 정차한 상황은 그림 1과 같다.

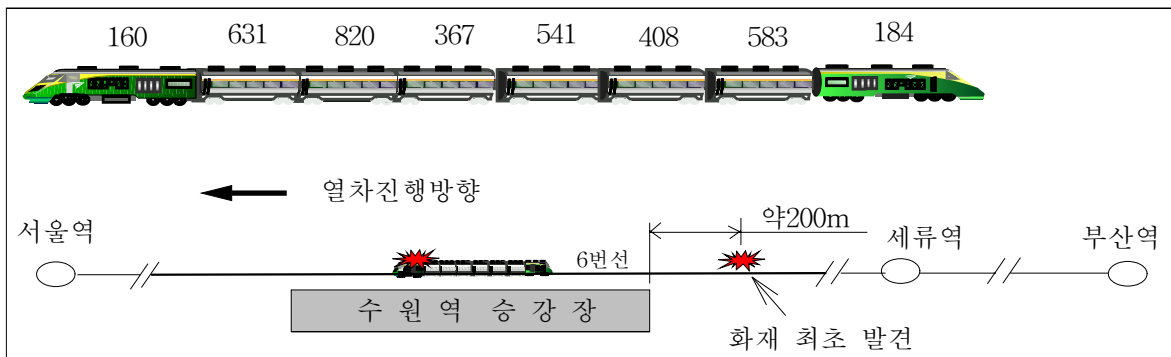


그림 1. 수원역 정차 상황

2. 피해 사항

2.1 인명 피해

인명 피해는 발생하지 않았다.

2.2 물적 피해

디젤동력차 기관실의 화재로 과급기, 중간 냉각기 등이 소손(燒損)되어 피해액 5,200만여원이 발생되었다.

2.3 기타 피해

후속열차 운행에는 지장이 없었고 운행 지연에 따른 반환료가 140만여 원 발생하였다.

3. 인적 정보

화재가 발생한 열차를 운전한 기관사(정○○, 50세)는 21년 1개월의 기관사 경력을 가지고 있으며 2006년 10월에 운전 무사고 100만키로를 달성하였다. 기관사의 인사 기록을 검토한 결과 특이한 사항은 없었다.

기관사가 수원역 진입할 때 화재를 발견하고 무전으로 수원역에 통보 및 신속히 화재를 초기에 진압한 과정은 적절했던 것으로 판단이 된다.

기관사의 흡연 유무에 대해서는 기관사와의 면담을 통해 기관사가 평소에 흡연을 하는 것이 확인되었다.

4. 물적 정보

4.1 차량 및 엔진

화재가 발생한 제160호 디젤동력차는 1992년 12월 30일 (주)현대정공에서 제작하여 철도공사에 납품하였으며 사고일 현재까지 약 14년 10개월 운행하였다.

현재 운행되고 있는 디젤동력차의 내구연한은 20년으로서 도입 현황은 표 1과 같다.

구분	도입년도	87	88	89	90	91	92	93	94
	내구연한	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	보유량	4	17	5	-	1	40	37	10
총계	114	4	17	5	-	1	40	37	10

표 1 디젤동력차 도입 현황('07년 4월 현재)

제 160호 디젤동력차의 주요 제원은 표 2와 같고, 형상은 그림 2와 같다.

구분		주요사양	비고
차체	차체 구성	스테인레스 용접 구조	
	차체 높이	3,700mm	
	차체 폭	3,000mm	
대차	형식	쉐브론 고무, 볼스타 대차	
	차륜 직경	914mm	
	대차 중심간 거리	15,200mm	
	대차 제동	디스크 제동	
추진축	1차(주기관-변속기)	VOITH S285.9	중량 180kg
	2차(변속기-1차 감속기)	VOITH S285.9	중량 225kg
	3차(1차 감속기-2차 감속기)	VOITH S250.9	중량 235kg
제동장치	모델	Knorr KbrX1-TA	
	제동 방식	전기-공기식	
제습장치	AD-7B		
냉각장치	형식	지붕탑재형	
공기압축기	모델	YT-3000AM	
	용량	2,700Liter/min	

표 2. 제160호 디젤동력차 주요 제원



그림 2. 제160호 디젤동력차

제160호 디젤동력차의 가장 최근에 실시한 검수 종별에 따른 검수 기록을 확인한 결과 별다른 이상은 발견되지 않았다. 검수 이력은 표 3과 같다.

검수 종별	검수 일자	검수 소속	비 고
6년 검수	2005. 06. 20	수도권 차량관리단	
2년 검수	2003. 02. 15	수도권 차량관리단	엔진 분해검수
1년 검수	2006. 09. 28	수도권 차량관리단	엔진 기본검수
6개월 검수	2006. 03. 31	수도권 차량관리단	
1개월 검수	2006. 12. 22	부산 차량사업소	

표 3. 제160호 디젤동력차 검수 이력

제160호 디젤동력차는 2006년 9월 28일 1년 검수 후 사고일 현재까지 79일(총 65,095km 주행) 운행하였고 기관실 내에 설치되어 있는 독일 MTU(Motor & Turbine Union)사 제품의 주엔진 (Serial No : 5592786)은 2003년 7월 5일 신제품으로 장착되어 사고일 현재까지 약 3년 5개월 운행되었다.

가장 최근의 엔진 검수는 2006년 9월 28일 철도공사 수도권 차량관리단에서 1년 검수 시에 실시하였으며 검수 기록을 확인한 결과 별다른 이상은 발견되지 않았다.

엔진의 주요 제원은 표 4와 같다.

구 분	주 요 사 양	비 고	
주 엔진	모델	MTU 16V 396TC14	중량 약 5,560kg
	출력	1,980 HP/1,800rpm	
	실린더 수	16개, V형	
	실린더 직경×행정	165mm×185mm	
	배기량	63.6Liter	
	시동방식	전기식	
	냉각방식	수냉식	
과 급 기	구성	배기구동 터어빈, 베어링, 압축기	
	회전력	50,000rpm	
	흡입 압력	-15~-20mbar	

표 4. MTU 엔진 주요 제원

4.2 공기 여과기 및 기타 재료

공기 중에 함유된 불순물을 제거하는 역할을 하는 그림 3의 공기 여과기(여과지 및 여과망)는 한국철도표준규격 KRS EQ 0001-06 R에 의해 제조 및 검사가 되었다. 규격에서 난연(難燃) 성능은 규정을 하고 있지 않다. 소손된 공기 여과기는 교환주기가 3개월로서 2006년 9월 28일 실시한 1년 검수 시에 교환한 이후 사고일 현재까지 79일이 경과된 상태였다.

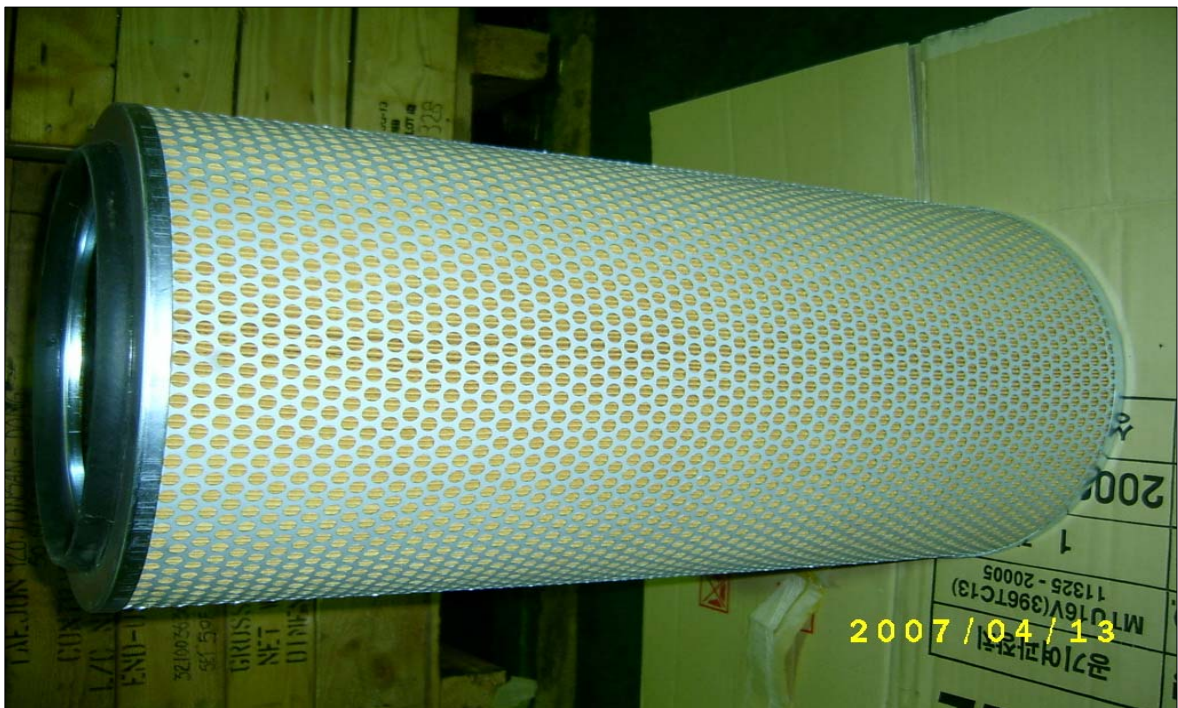


그림 3. 공기 여과기(여과지 및 여과망)

엔진 상부의 천정에 설치된 소음기 카바에는 600℃까지 견디는 유리섬유 불연재가 시공되어 있으나, 흡입 공기관에 설치된 그림 4의 고무 주름관 및 기관실 천정 및 측면에 시공된 흡음재는 100℃까지의 내열(耐熱) 성능만 가지고 있다.



그림 4. 고무 주름관

5. 화재 차량 조사

5.1 기관실 내부 손상(燒損) 상태

기관실 내부의 손상 개략도는 그림 5와 같다.

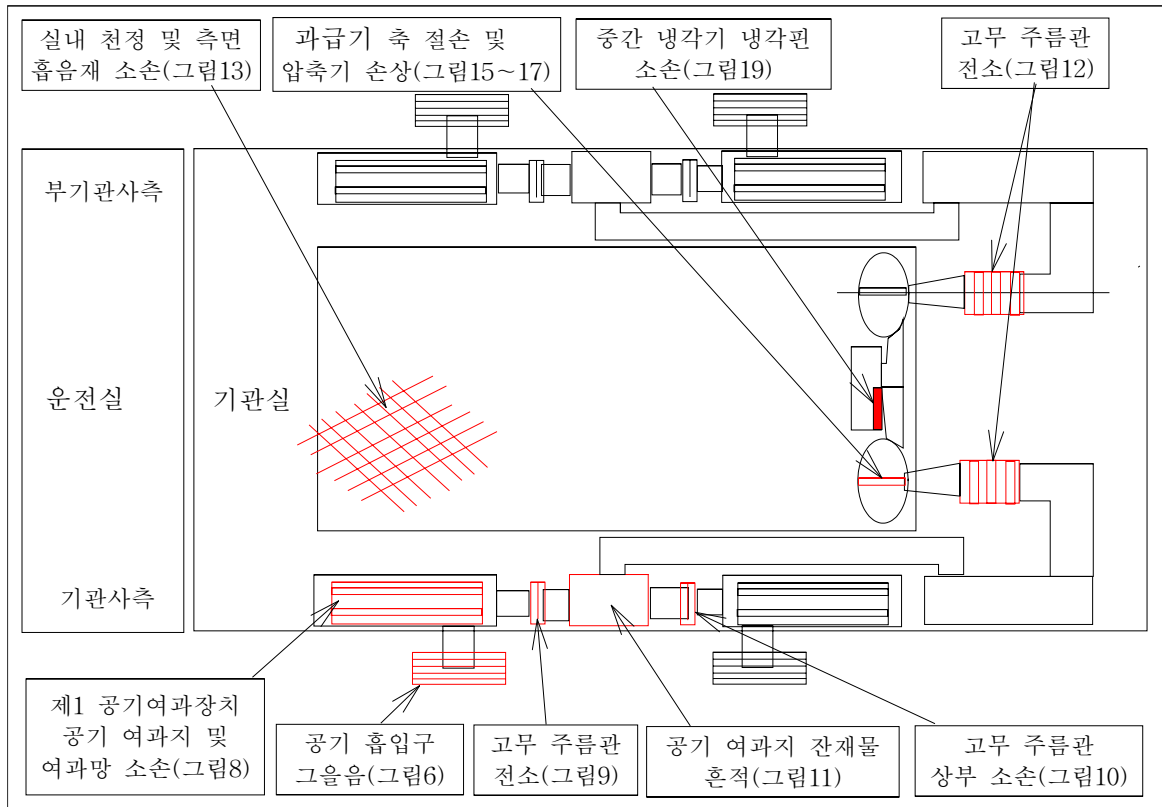


그림 5. 기관실 내부 손상 개략도

그림 6은 기관실측 외부에서 촬영한 공기 흡입구의 모습으로 좌측의 제1 공기여과장치쪽 흡입구가 심하게 그을려 있었다.



그림 6. 공기 흡입구

그림 7은 기관실 뒤쪽에서 촬영한 엔진 상부의 모습으로 제1 공기여과장치의 외부가 심하게 소손되어 있었다.



그림 7. 기관실 내부의 엔진 상부

기관사측 공기여과장치 및 공기관의 손상 상태는 그림 8과 같이 제1 공기여과장치를 분해하여 내부를 점검한 결과 공기 여과지(濾過紙)가 전소(全燒)되어 부서지는 상태가 되었고 금속 여과망은 화염에 심하게 변형이 되었다. 특히 외부공기가 흡입되는 입구 부분의 여과지 및 여과망이 다른 부분에 비해서 손상이 심하였다.

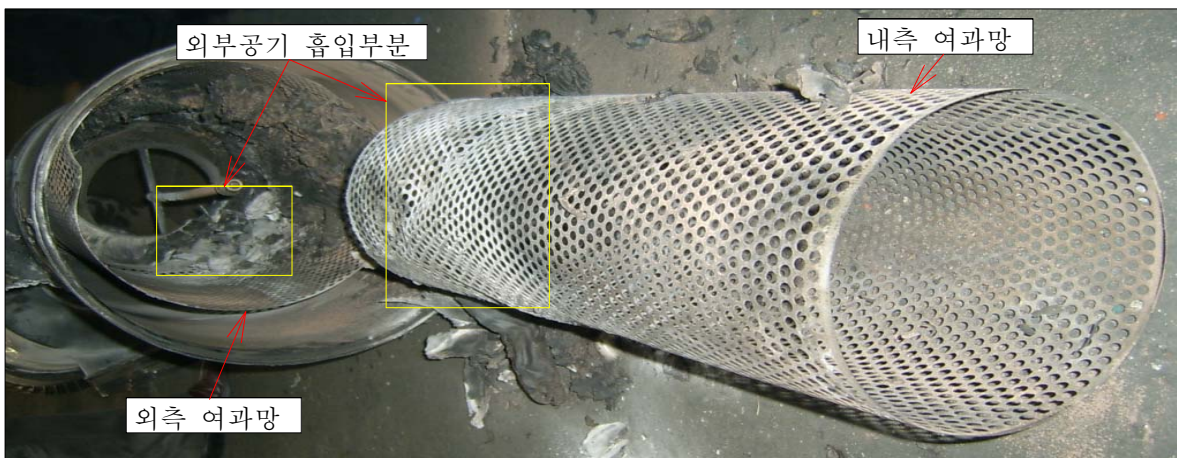


그림 8. 제1 공기여과장치 내부 소손상태

그리고 그림 9와 같이 제1 공기여과장치와 공기관이 이어지는 부분의 원통형 고무주름관이 화염으로 인해 대부분 녹아내렸다.



그림 9. 전소(全燒)된 고무 주름관

또한 그림 10과 같이 제2 공기여과장치와 공기관이 이어지는 부분의 원통형 고무 주름관 상부(上部)가 천정의 흡음재가 타면서 발생한 화염에 의해 소손되었으며



그림 10. 상부가 소손된 고무 주름관

연결 공기관 내부를 관찰한 결과 그림 11과 같이 화염이 입구쪽으로 나 있었고 공기관 내부에는 공기 여과지의 타다 남은 잔재물이 발견되었다.

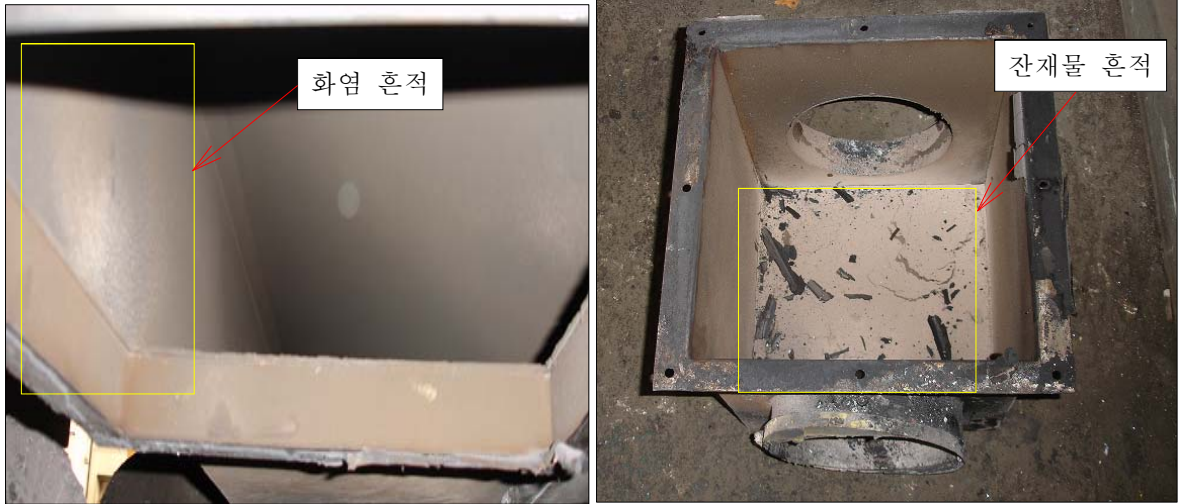


그림 11. 연결 공기관 내부 상태

엔진 상부의 좌우측에 각각 설치되어 과급기에 연결되는 공기관 상부의 원통형 고무 주름관은 그림 12와 같이 화염에 녹아내렸다.

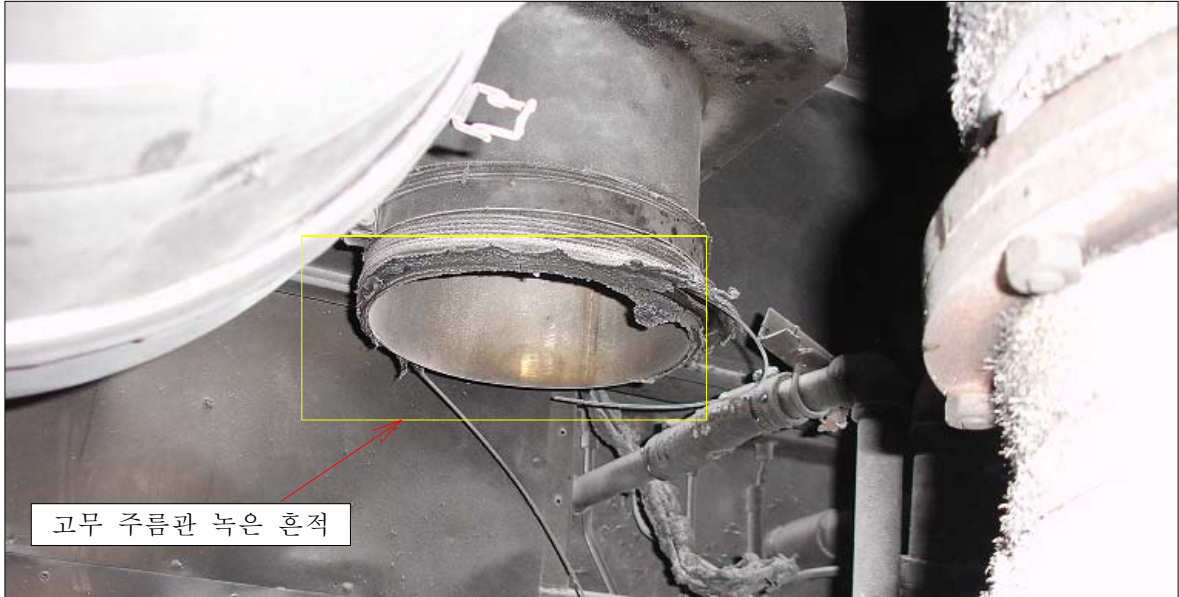


그림 12. 고무호스 소손 흔적

그림 13에서 보는 바와 같이 기관실 내부 천정 및 측면에 설치되어 있는 흡음재가 화염으로 인해 녹아내렸다. 이는 고무 주름관이 연소되면서 발생한 열기와 화염에 의해 2차적으로 연소된 것으로 판단한다.

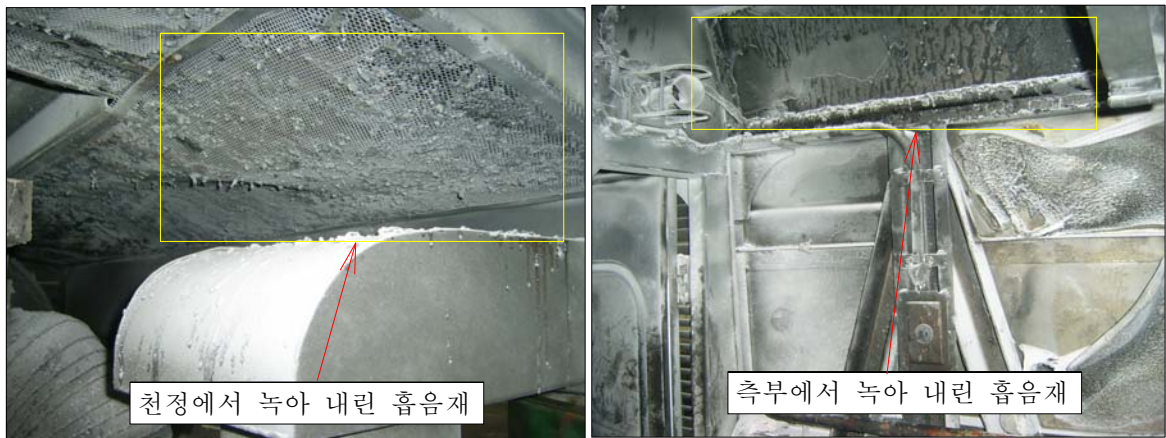


그림 13. 기관실 천정 및 측면의 흡음재 소손 상태

엔진의 외관은 파손되거나 윤활유의 누유 흔적이 없이 전반적으로 상태가 깨끗하였다. 부기관사측의 공기여과장치 및 공기관의 상태는 일부가 화염에 의해 손상이 되었으나 전반적으로 이상이 없었다.

5.2 과급기(1) 및 중간냉각기 소손(燒損) 상태

과급기의 조립 형상은 그림 14와 같다.

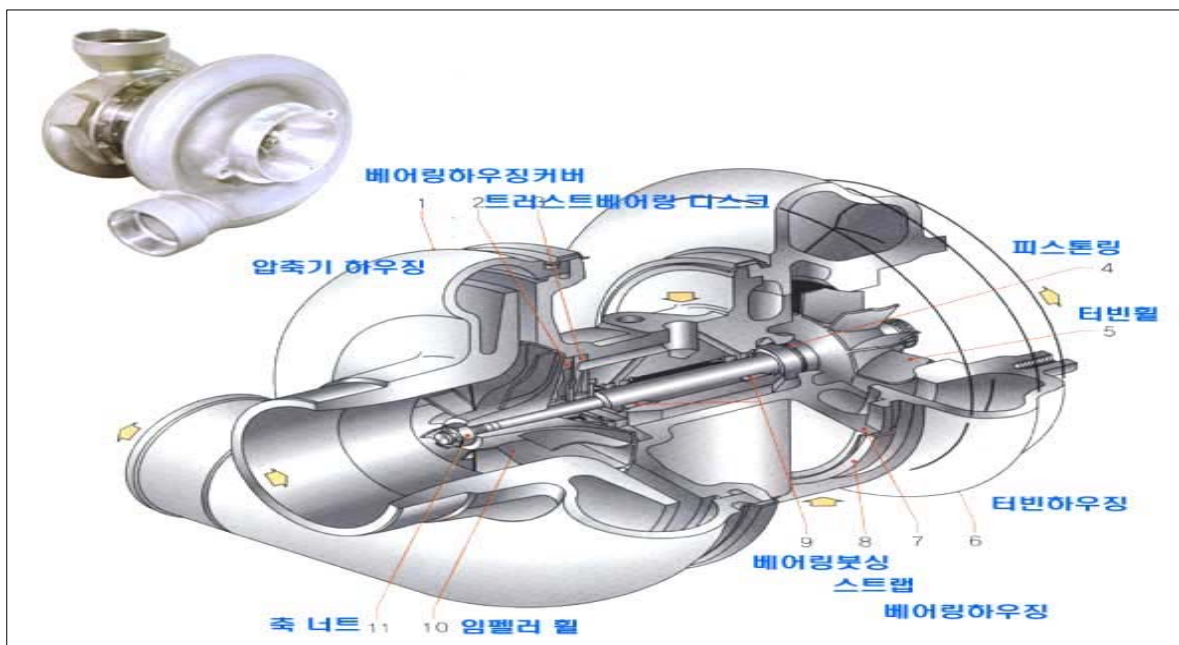


그림 14. 과급기 조립 형상

(1) 과급기(Turbo Charger) : 과급기는 엔진의 배기가스를 이용하여 외부의 신선한 공기를 엔진 연소실에 공급하는 장치로서 하나의 축(Shaft)으로 터어빈, 베어링 및 압축기를 연결한다.

그림 15에서 보는 바와 같이 압축기 휠(Wheel)의 날개 끝 부분이 모두 마모 손상되었다.



그림 15. 압축기 휠 손상 상태

그림 16과 같이 압축기 휠의 하우징(Housing)이 휠과 접촉으로 인해 마모되었다.



그림 16. 압축기 휠 하우징 손상 상태

그림 17과 같이 터어빈, 베어링 및 압축기를 하나로 연결하는 축(Shaft)이 압축기 부분에서 2군데 절단되었다. 축의 절단은 공기 여과지 및 고무 주름관의 불탄 조각이 과급기로 유입되어 축의 회전이 불균형상태가 되면서 발생된 것으로 추정한다.

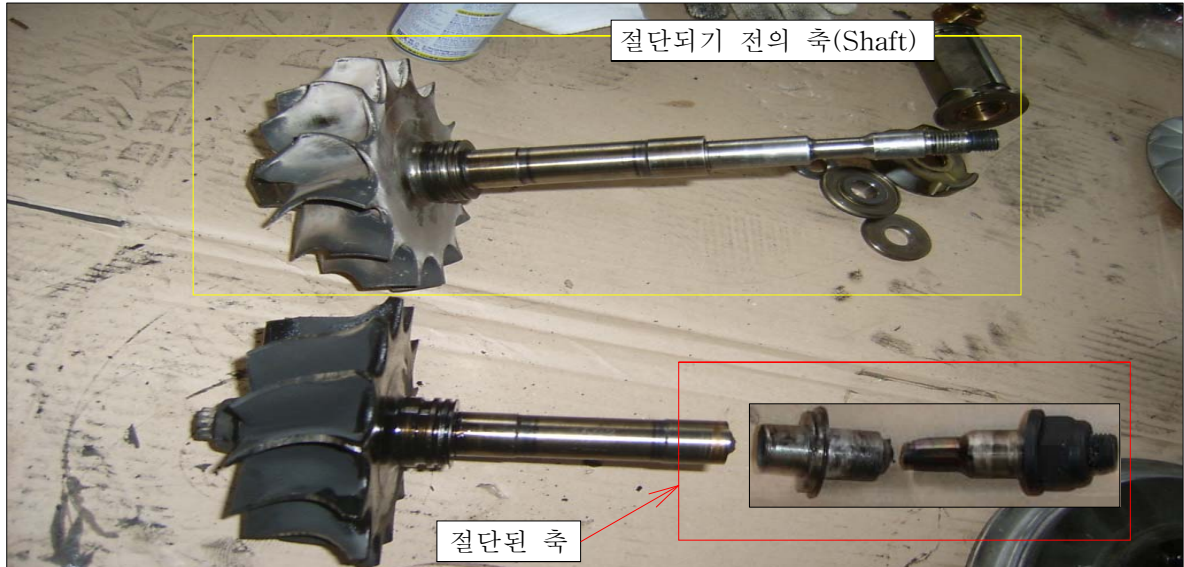


그림 17. 축(Shaft) 절단

터어빈 및 베어링 부분의 이상은 발견할 수 없었고, 윤활작용 또한 이상이 없었던 것으로 관찰이 되었다. 과급기의 형상은 그림 18과 같다.

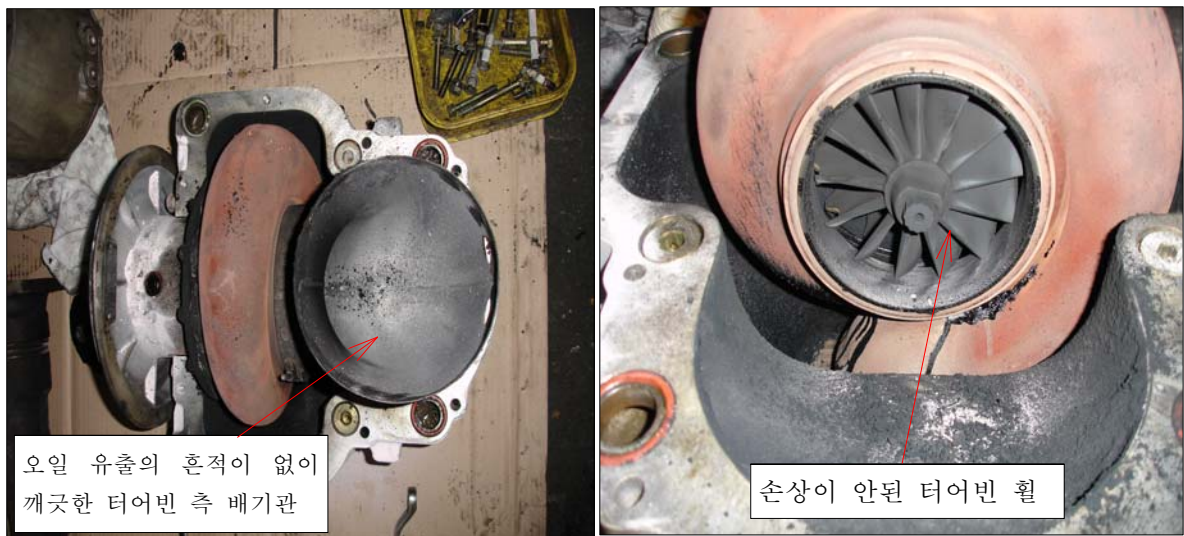


그림 18. 과급기의 터어빈 부분

중간 냉각기(Inter Cooler) 카바를 열고 상태를 관찰한 결과, 그림 19와 같이 기관사측 과급기와 연결되는 부분의 냉각핀이 열로 인해 손상되었고 냉각핀 하부에 외부 이물질(고무찌꺼기 등)이 쌓여있었다.

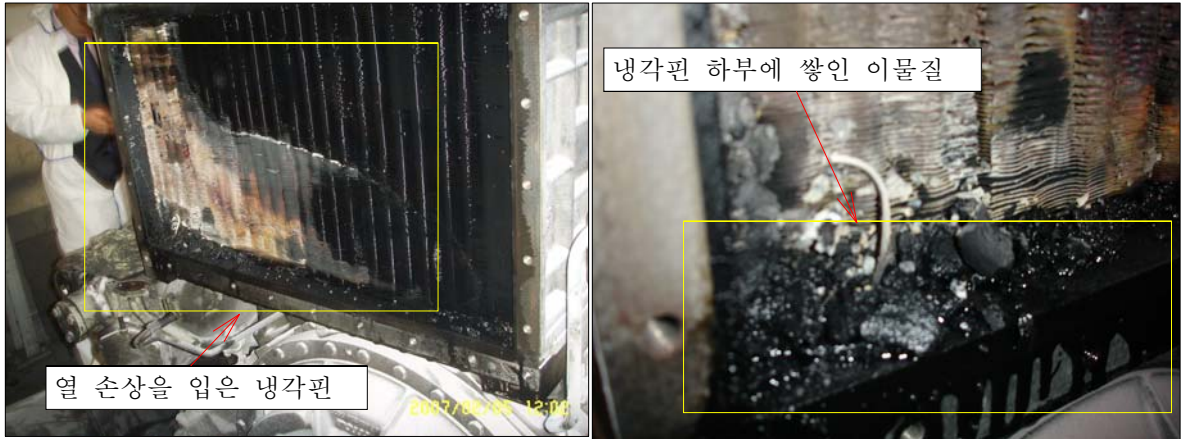


그림 19. 중간 냉각기 소손 상태

III. 분석

1. 화재 발생 시점 분석

수원역에서 화재 진압 시에 기관실 내부가 상당히 소손된 상태였고 열차가 수원역에 진입 시에 매연이 발생되었던 것으로 볼 때, 화재는 열차가 천안역을 16시 36분경에 출발한 후 수원역에 17시 6분경에 도착하기까지의 약 30분 사이에 최초 발생된 것으로 추정된다.

2. 기관실내의 발화 원인 분석

기관실 내부의 발화 가능한 원인으로는 방화, 전기, 엔진의 이상과열, 담뱃불과 같은 외부 불씨 등을 들 수 있다.

2.1 방화 가능성

방화 가능성은 없는 것으로 판단된다. 그 이유는 열차 운행 중에 기관실 출입문을 통해서 승무원이 아닌 일반인이 접근하였을 가능성은 없다.

2.2 전기에 의한 가능성

기관실 내부에 4개의 전등 및 일부 배선이 있으나 금번 화재로 피해를 입지 않은 것으로 볼 때 전기적인 요인에 의한 화재 가능성은 없다.

2.3 엔진과열에 의한 가능성

엔진 부위는 전혀 소손되지 않았고 자체적으로 엔진의 이상과열에 의한 화재 가능성은 없다.

2.4 외부 불씨(담뱃불 등)에 의한 가능성

그림 20에 나타낸 바와 같이 기관실 내부의 소손 상태로 보아 흡입 공기관으로 공기가 계속 유입되는 동안에 외부 불씨가 공기 흡입구로 흡입되어 제1 공기여과 장치의 공기 여과지에서 최초 발화가 시작된 것으로 보여진다. 이와 같이 판단하는 근거는 다음과 같다.

제1 공기여과장치가 소손되었고 다른 3개의 공기여과장치는 이상이 없었다. 특히 외부 공기가 유입되는 부분의 공기 여과지가 다른 부분에 비해 집중적으로 전소되었으며 여과망 또한 변형이 심하였다.(그림 8)

제1 공기여과장치와 제2 공기여과장치가 합류되는 공기관 내부에서 타다 남은 공기 여과지의 잔재물이 발견되었고 화염의 진행방향이 입구에서 과급기쪽으로 나 있었던 점으로 볼 때 과급기에서 먼저 화재가 발생하여 화염이 역류되었을 가능성은 없다.(그림 11)

과급기의 축이 압축기 휠 부분에서 절단되었고 과급기의 다른 부분은 이상이 없었다.(그림 14)

과급기로 유입된 불탄 잔재물은 공기관내에서 발생한 화염에 의해 공기 여과지 및 고무 주름관이 연소되면서 발생되었다.(그림 12)

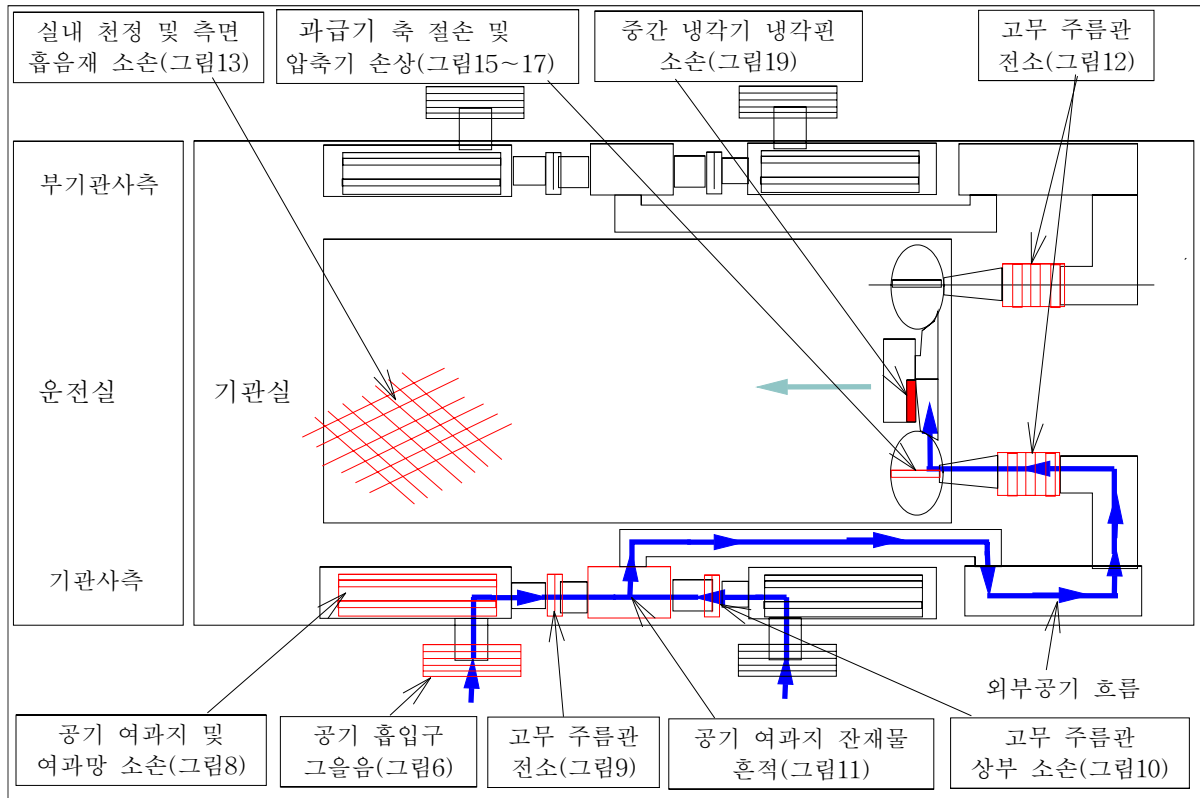


그림 20. 기관실 내부 손상 개략도 및 흡입 공기 흐름

3. 공기 여과지 발화원 분석

공기 여과지가 전소(全燒)되어 발화원을 찾을 수 없었다. 열차의 운행상태를 고려했을 때 공기여과장치에 투입될 가능성이 있는 발화원은 제륜자의 마찰 불꽃, 인접 선로의 급전장치에서 발생하는 스파크, 이물질 정전기 발생, 불완전 연소가스, 외부 불씨(담뱃불 등) 등을 들 수 있다.

3.1 제륜자의 마찰 불꽃에 의한 가능성

제륜자의 마찰 불꽃은 지면과 가까운 차량하부에서 발생하고 동력차가 맨 앞에 있는 점을 고려하면 운행 중에 제륜자의 마찰 불꽃이 공기 흡입구로 들어갈 가능성은 아주 희박하다고 할 수 있다. 설령 들어간다 하더라도 비산(飛散)과정에서 냉각된다고 볼 수 있다.

3.2 급전장치의 스파크에 의한 가능성

인접 선로의 급전장치에서 스파크가 발생하더라도 흡입구 위치와는 거리가 상당하고, 또한 흡입구 그릴이 아래를 향하고 있어 스파크가 공기 흡입구로 들어갈 가능성은 아주 희박하다고 할 수 있다.

3.3 이물질 정전기 발생에 의한 가능성

공기 중에 부유(浮游)중인 먼지 등의 이물질이 짧은 시간에 많은 양이 유입되어 정전기 불꽃이 발생할 가능성은 있겠으나 유입된 먼지가 순간적으로 종이 여과지에 걸려 부유되고 있지 않으므로 착화될 가능성은 희박하다고 할 수 있다.

3.4 불완전 연소된 배기가스 또는 소음기 손상에 의한 가능성

상부 지붕 및 연돌 주위에 그을음이 있으나 불완전 연소가 아닌 매연에 의한 것으로 판단되고, 연돌 위치가 공기 흡입구와 차폭 방향으로 거의 나란한 위치에 있어 열차 운행 시에 흡입구로 불완전 연소된 배기가스의 불씨가 들어갈 우려는 없다고 할 수 있다.

3.5 외부 불씨에 의한 가능성

공기 여과지가 전소(全燒)되어서 물증은 없지만 그림 21과 같이 열차의 운행 중 외부로부터 담뱃불 또는 출처를 알 수 없는 불씨 등이 기류를 타고 공기 흡입구로 흡입되어 먼지가 쌓인 난연 성능이 없는 공기 여과지에서 최초 발화가 된 것으로 판단한다.

기관실 측창

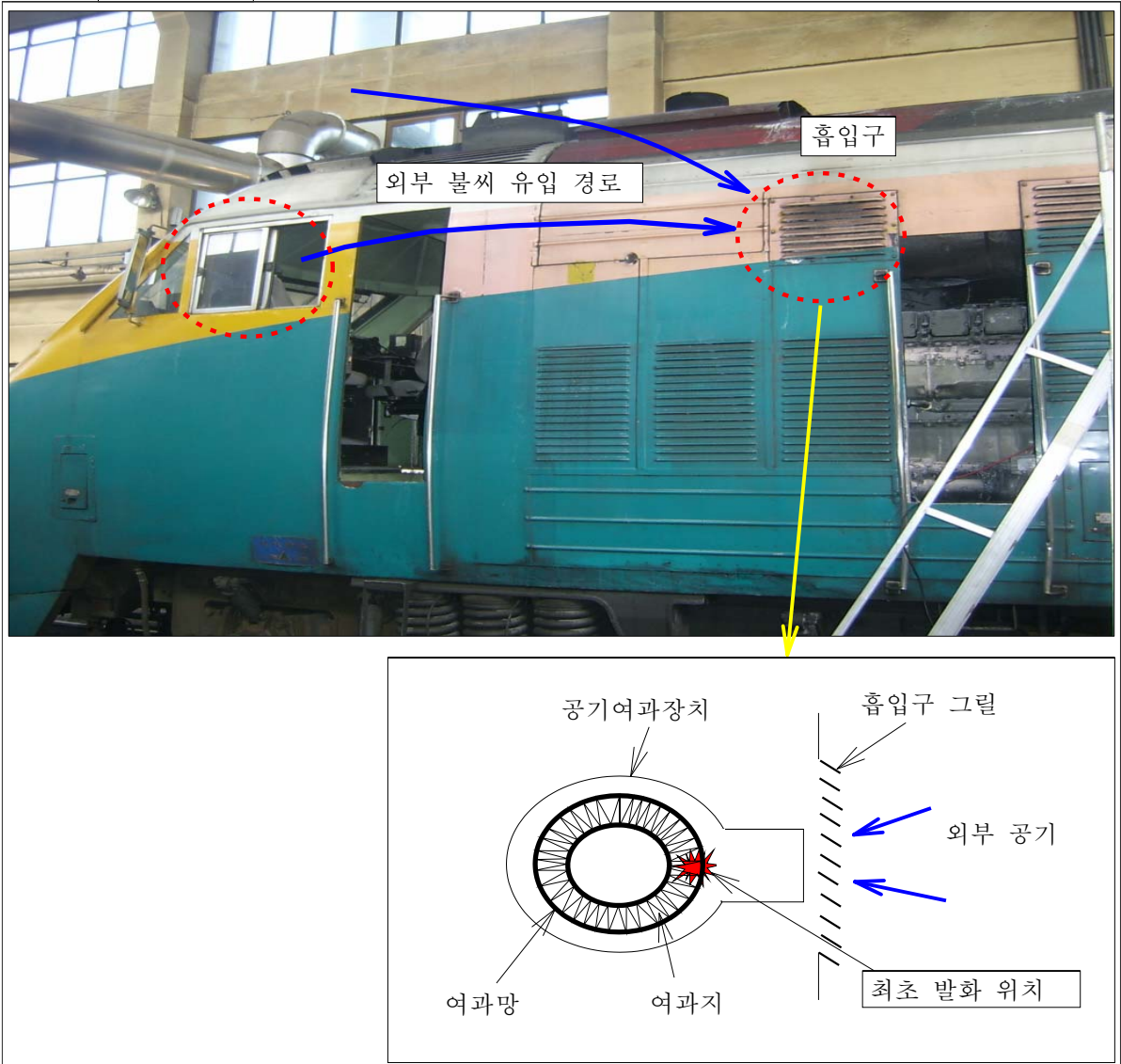


그림 21. 외부 불씨 유입 경로 및 최초 발화 개요도

IV. 조사 결론

1. 조사 결과

- 1.1 화재의 최초 발생 시점은 열차가 천안역을 16시 36분경에 출발한 후 수원역에 17시 6분경에 도착하기까지의 약 30분 사이에 발생된 것으로 추정한다.
- 1.2 화재 열차가 수원역에 진입할 때 기관사가 화재를 발견하고 무전으로 수원역에 통보하고 신속히 화재를 초기에 진압한 과정은 적절했던 것으로 판단이 되고 기관사의 흡연 유무에 대해서는 기관사와의 면담을 통해 기관사가 평소에 흡연을 하는 것이 확인되었다.
- 1.3 기관실의 소손(燒損)상태를 조사한 결과 기관사측 후부의 제1 공기여과장치 내부에 있는 공기 여과지(濾過紙)가 전소(全燒)되었고 금속 여과망은 화염에 심하게 변형이 되었다. 특히 외부공기가 흡입되는 입구 부분의 여과지 및 여과망이 다른 부분에 비해 손상이 심하였다.
- 1.4 엔진의 상부 좌측에 있는 과급기의 손상 상태를 조사한 결과 축(Shaft)이 압축기 부분에서 2군데 절단되었고 압축기의 휠(Wheel)과 하우징(Housing)이 손상되었으나 터어빈 및 베어링 부분은 이상이 없었다.
- 1.5 중간 냉각기(Inter Cooler)를 조사한 결과 좌측 과급기에 연결되는 부분의 냉각핀이 열로 인해 손상되었고 하부에 외부 이물질(고무찌꺼기 등)이 쌓여있었다.
- 1.6 과급기의 축이 절단된 것은 공기 여과지 및 고무 주름관이 불에 타면서 발생한 조각이 과급기로 유입되어 축의 회전이 불균형 상태가 되어 발생한 것으로 추정한다.
- 1.7 화재가 확산된 과정은 과급기의 동작으로 공기가 계속 흡입되면서 난연 성능이 없는 공기 여과지를 전소시켰고, 화염이 공기관을 타고 고무 주름관 및 주위의 천정 및 측면에 시공되어 있던 흡음재를 소손시켰으며 불에 탄 잔재물이 과급기 압축기 휠로 유입되어 축을 절단시킨 것으로 판단된다.

1.8 최초 발화는 제1 공기여과장치 흡입구로 담뱃불 또는 출처를 알 수 없는 불씨가 유입되어 공기 여과지에서 시작된 것으로 판단한다.

2. 화재 원인

제160호 디젤동력차 기관실 화재는 열차 운행 중 외부로부터 담뱃불 또는 출처를 알 수 없는 불씨 등이 기류를 타고 공기여과장치로 흡입되어 공기 여과지를 전소(全燒)시키면서 발생한 것으로 추정한다.

V. 안전 권고

- 한국철도공사에 대하여 다음과 같이 권고한다.
 1. 6개월 검수(6MY) 이상의 검수 시에 엔진 흡·배기계통의 정비를 강화하여 화재의 발생 요인 및 확산 요인을 제거하도록 할 것.
 2. 기관실 측부에 있는 공기 흡입구로 이물질이 흡입되는 것을 방지하기 위해 차단 여과망 설치 등과 같은 기술적인 대책방안을 수립하여 시행할 것.
 3. 기관실 내부에서 화재 발생을 억제하기 위해 흡입 공기관에 설치되어 있는 공기 여과지를 불연성 또는 난연성이 우수한 제품으로 개선하는 방안을 수립하여 시행할 것.
 4. 화재 안전을 위해 운행 중인 열차 내에서 승무원이 흡연을 하지 않도록 운전교육을 강화할 것.

- 한국철도기술연구원에 다음과 같이 권고한다.
 1. 철도차량 내연기관의 공기 계통에 사용되는 공기 여과지가 불연성 또는 우수한 난연 성능을 가질 수 있도록 시험 및 검사 규격인 한국철도규격(KRS)을 보완할 것.

VI. 부록

붙임 자료

1. 기관사 사고조사 문답서
2. 화재전문가 자문의견

이 부록의 내용은

사고조사 과정에서 관계인들로부터 청취한 진술 및 개인정보 등이 포함되어 있어,

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

자세한 사항은 항공·철도사고조사위원회로 문의하여 주시기 바랍니다.



항공·철도사고조사위원회

TEL : 02-6096-1048, FAX : 02-6096-1042