

# 火災事例

## | 카프룬 등산 열차 |

**2000**년 11월 11일, 오스트리아의 유명한 스키 휴양지인 카프룬에서 167명의 승객을 태우고 출발한 등산열차에서 화재가 발생하였다.

화재는 터널 중간에서 시작되었고, 화재에 취약한 열차의 구조와 협소한 터널 내의 사정으로 승객 155명이 숨지는 참사가 순식간에 벌어졌다. 화재조사 결과, 화재는 히터의 결함으로 발생한 과열로 인해 발화한 것으로 밝혀졌다.





## 1. 일반사항

- 소재지 : 오스트리아 중부 카프룬 스키 리조트
- 발화일시 : 2000년 11월 11일 오전 09시 경
- 발화장소 : 차량 내 히터
- 재산피해 : 차량 전소
- 인명피해 : 155명 사망
- 발화원인 : 새어나온 유압유가 불량 히터의 과열로 발화

## 2. 등산열차 현황

### 2.1 운행

화재가 발생한 등산열차는 오스트리아 중부에 있는 유명한 스키리조트인 카프룬에 설치되어 있었다. 이곳에서 해발 3,203m 인 Kitzsteinhorn을 향해 최대 경사 50도인 터널 안을 지나 운행되고 있었다.

이 등산열차는 로프식으로, 우물의 두레박과 같은 원리로 2대가 한조로 엇갈리며 달리게 되어있는 형식으로서, 엇갈리는 중간 지점만 복선이고 그 외 철로는 단선이다.

역 사이의 주행거리는 약 3.8km이며, 이중 3.3km가 직경이 3.6m인 터널 부분이다.



사진 1. 출발역에서 대기하는 열차



사진 2. 사고 전 열차의 모습

# Fire

## 火·災·事·例 | 카프룬 등산 열차 |

### 2.2 구조

- 제작사 : 오스트리아 swoboda사 제작
- 제작년 : 1994년
- 길이 : 30m
- 구조 : 알루미늄과 철재 구조, 내장재는 섬유류와 FRP
- 운행방식 : 5cm 두께의 케이블로 끌어올려지는 방식. 자체동력은 없음
- 소화설비 : 소화기 등 방화설비를 갖추지 않음



사진 3. 열차의 외관



사진 4. 터널을 향해 달리는 열차



사진 5. 사고 전 터널 안의 모습

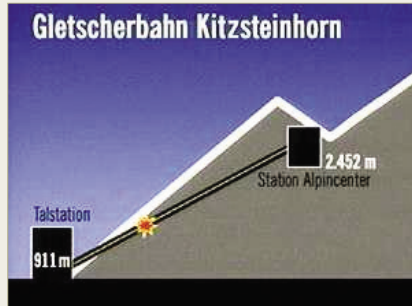


그림 1. 터널 개념도

### 3. 화재 상황

#### 3.1 화재의 발견과 피난

화재는 오전 9시 경에 산 정상으로 향하는 차량에서 발생하였다. 역에 있던 사람의 증언에 따르면, 터널로 들어가기 전 차량 뒤쪽에서 연기가 나고 있었다고 한다.



차량의 승강문은 안전상 차내에서 열 수 없고 운전석 혹은 차 외부에서만 열 수 있는 구조로 되어 있었다. 사고발생 시 정전으로 조명이 꺼지는데다 차내에 들어온 연기로 인해 패닉 상태가 되어 창문 유리를 스키부츠나 폴대로 깨고 탈출이 시도되었다. 승차시 차량 진행방향 좌측으로 케이블카를 탔기 때문에 탈출할 때에도 동일 방향의 창문을 깨려고 시도한 사람이 많았다고 한다. 하지만 터널 안 계단은 우측에 있었기 때문에 좌측으로 탈출한 사람은 터널의 궤도 아래로 떨어지게 되었다. 하지만 터널이 급경사(최대 50도)였기 때문에 아래쪽으로 미끄러져 오히려 살아난 사람도 있다고 한다.

불이 차량 뒤편에서 시작되었기 때문에 많은 사람들이 위쪽 방향으로 탈출을 시도하였고, 이들 대부분이 스키부츠를 신고 있었으므로 보행속도가 정상적인 경우보다 느렸다. 따라서 많은 사망자가 탈출 도중 터널 위쪽으로 향하는 연기와 화염에 의해 발생하였다.

### 3.2 인명피해

스키폴대로 유리창을 깨고 터널 밑으로 달려 살아나온 독일인 생존자 Thorsten Graedler의 증언은 다음과 같다.

“본능적으로 위쪽으로 갈려고 했다. 하지만 집에서 굴뚝을 열었을 때 연기와 화염이 어떻게 움직였는지 생각났다. 그래서 나는 밑으로 가야 한다는 것을 깨달았다. 설령 그것이 불길 속을 뚫고 간다는 것을 의미해도 말이다.”

그는 의용소방대원으로 활동하였기 때문에 그 상황에서 다른 탈출자들에게 터널 밑으로 내려가라고 독려했다고 한다. 하지만 대부분의 탈출자들이 차량 뒤쪽의 화염을 피해 비상계단, 사다리 등을 이용해 올라가다 화염과 연기에 말려들었다.

155명이 사망하고 승객 중 12명이 생존하였으며 사망자는 다음과 같이 여러 국가의 관광객이 포함되어 있었다.

〈표 1〉 국가별 사망자 피해

국 가	사망	국 가	사망
오스트리아	92명	독 일	37명
일 본	10명	미 국	8명
슬로베니아	4명	덴마크	2명
영 국	1명	체 코	1명

화재현장에서 200m 위쪽에서 한 무리의 사체가 발견되었으며, 66구의 사체는 차량에서 60m 이내에서 발견되었다. 산 정상역에서는 역 근처에 있던 3명이 연기에 휩싸여 사망하였다.

희생자중 37명이 20세 미만의 청소년이었는데 더욱 비극적인 것은 32명의 희생자가 카푸룬 인근의 웰즈라는 마을에서 같이 스키를 타러 온 사람들이었다는 것이다.

### 3.4 소방대의 대응

- 9시 12분 : 카프론과 젤암제 소방서 모두 최초 화재신고 접수
- 9시 15분 : 카프론 소방서 출동
- 9시 17분 : 젤암제 소방서 출동
- 9시 20분 : 선착대 현지 도착 후 상황 파악

선착대는 구조 및 소화 작업을 위해 9시 40~50분 경 터널 입구에 도착하였으나, 등산열차의 케이블이 끊기어 안전문제로 진입할 수 없었다. 그러던 중 12명의 승객이 터널에서 탈출한 후부터 구조활동이 시작되었다.

화재는 약 3시간 반 이상 계속되었고, 검은 연기가 산 정상 역으로 분출해 건물 전체에 가득 찼다. 200여 명의 구조대가 열차에 접근하려 했으나, 짙은 연기 때문에 불가능했다.

## 4. 분석결과

### 4.1 발화원인

사고 후 7명의 전문가들이 조사한 보고서에 의하면, 이 사고는 히터 부품의 결함 때문에 일어난 것으로 잠정 결론지었다.

유압브레이크 설비로부터 오일이 유출되었고, 열차의 뒷부분에 있던 히터에 의해 발화되었으며, 화재는 플라스틱으로 코팅된 바닥으로 확산되었다.

사고 후 10개월 정도 지난 후인 2001년 9월 화재원인에 관한 보고서가 공개되었다. 이 1,700페이지짜리 보고서는 그 과정을 다음과 같이 기술하고 있다.

『운전석 뒤쪽에 있는 뜨거운 공기를 배출하는 송풍기가 과열되어 있었으며, 유압장치에서 새어나온 오일이 스며들면서 발화가 일어나고, 그로 인해 폭발적인 화재가 발생하였다.』

### 4.2 화재확산

#### 가. 가연물

알루미늄으로 만든 불연차량이 왜 흔적도 없을 정도로 타버린 것인가에 대한 의문은 다음과 같이 해석할 수 있다.



운전석에는 FRP(유리섬유 강화 플라스틱)가 사용되었고, 객차 부분을 덮고 있는 외벽도 중량을 줄이기 위해 외부는 알루미늄이지만 내부에는 폴리에틸렌과 같은 단열재가 들어있는 샌드위치 구조였으며, 다량의 스키용구, 의류가 2차 가연물의 역할을 하였다.

#### 나. 연돌효과<sup>1)</sup>

사고 장소는 최대 50도의 급경사인 장대터널(3.2km)로서 연돌효과가 극대화된 경우이다. 평소에도 강풍이 터널 안을 흐르고 있었던 것으로 추정되는데 화재로 인하여 연돌효과가 굉장하였을 것으로 판단된다. 또한 상황 확인을 하던 관리요원이 실수로 산 정상역으로 연결되는 이중문을 열어버려 연기가 급격히 건물 안까지 가득 차버렸고, 건물 밖으로까지 분출되었다(이로 인해 역사에 있던 3명 사망). 즉 산 정상역의 이중문이 열릴 때까지는 비교적 천천히 터널 위쪽으로 연기가 상승하였으나, 이중문이 열려 연돌효과가 극대화되자 엄청난 속도로 불길과 연기가 위쪽 방향으로 이동하였을 것으로 여겨진다.



사진 6. 협소한 터널 내



사진 7. 사고처리 활동

### 4.3 재판 과정과 결과

이 사건과 관련하여 열차 운행 회사 간부와 점검자를 포함해 모두 16명이 업무상 과실 혐의로 기소되었다.

검사는 운전석에 결함이 있는 히터를 설치한 책임이 누구에 있는가에 초점을 맞추었다. 또한 왜 객차의 문이 안에서 열리지 않았으며, 왜 열차나 터널에 방화 설비가 없었는가, 산 정상역의 이중문이 닫히지 않은 이유 등에 대해 심문하였다.

1) 고층건물에서, 건물 내부와 외부의 기온 차에 의한 압력의 차이로 인해 건물 내부의 더운 공기는 상승하고 외부의 차가운 공기는 아래로 내려오는 현상



# Fire

## 火·災·事·例 | 카프룬 등산 열차 |

5인의 전문가가 작성한 종합 보고서에 의하면 운전석에 설치한 히터 송풍기가 막히거나 걸려서 과열이 되었고, 케이בל로부터 흘러나온 유압유가 히터로 유입되어 점화되었다고 한다.

검사는 이 조악하고 부적절하게 설치된 히터가 사고 열차를 위해 설계된 제품이 아니라고 주장하였다.

이 사건의 재판은 3년 넘게 오스트리아는 물론 미국, 독일에서도 열렸으며, 결국 최종 판결 결과는 증거불충분으로 무죄 판결(2004년 2월)로 결론을 맺었다.

공판에서 검사들은 불량 히터에 문제가 있었다고 계속 주장하였으나, 짜즈브르크 법원은 피고인 16명(열차 제작사 임직원, 열차 운전자, 공급자, 점검자 포함)이 이 사고에 책임이 있다는 증거가 불충분하다고 판결을 내렸다.



사진 8. 불타는 산 정상역의 역사



사진 9. 역사로 뿔어져 나오는 연기

## 5. 문제점 및 대책

### 5.1 사고 대응설비

터널에 조명이 소등되어 피해가 더욱 커졌는데 비상조명을 설치해야 한다는 요청도 사고 전에 있었다고 한다.

비상계단도 무척 협소하였으며, 사고 당시 바로 열차 안에서 문을 열 수가 없어서 신속한 대피가 이루어지지 않았다.

소화기는 물론 스프링클러 설비도 없었으며, 내화처리된 비상 대피소도 없었으며, 다른 탈출용 터널도 존재하지 않았다. 열차 문이 사고시에 계속 열리지 않았는지는 아직 확인이 되지 않고 있다.

열차 운행 회사의 기술운영반 책임자인 Manfred Mueller는, 경보장치가 울린 후에 운전자는 모든 문을 열라는 명령을 받았으나, 그 후 5~10분 후 교신이 끊겼다고 증언하였다. 하지만 한 독일인 생존자의 말로는 문이 계속 잠겨있었고 승객들이 갇혀있었다고 한다.



## 5.2 안전점검의 부실화

1997년부터 2000년 까지 교통부 장관을 역임했던 Caspar Einem은 오스트리아 한 일간지와의 인터뷰에서, 3,000개가 넘는 등산열차·케이블카·스키리프트의 안전을 다루는 인력이 심각하게 부족함을 재임 시에 알고 있었다고 실토했다. 등산열차·케이블카·스키리프트의 시험과 안전을 담당하는 인원이 11명 밖에 안되었다고 한다.

오스트리아 감사원의 97년 보고서에서는 “교통부의 철도감독국이 그 임무를 다하지 못하고 있으며, 오직 일부분의 업무만 완수하고 있다. 철도의 공식적인 점검이 이루어지지 못하고 있다.”고 되어있다.

사회민주당 정부 아래의 오스트리아에서는 예산삭감으로 안전점검이 사기업의 담당으로 넘어가버리거나 축소되었다. 등산철도의 공식적인 점검은 5년마다로 규정되어 있으며, 운영자가 자체적으로 매년 점검하도록 되어 있다. 카프룬 등산철도는 1997년에 공식 안전점검을 받았었다.

## 5.3 과도한 탑승인원

알프스 관광객의 급증으로 등산열차와 케이블카는 애당초 의도되었던 것보다 훨씬 더 많은 승객을 수송하게 되었고, 카프룬의 경우에도 피해자들은 그 열차가 거의 터져 나오기 직전까지 탑승하였고, 이 때문에 신속한 대피가 힘들게 된 것이다.

사고당시 열차를 이용하는 승객의 대부분이 스키를 타러 가는 사람들이므로 그 장비까지 합산하면 정격 탑승인원을 태운다 하더라도 스키, 부츠, 가방 등의 장비로 인해 객차 안은 무척 혼잡하였을 것이라고 추측된다.