

호퍼의 핫 오일이 석탄 분진에 스며들어 화재

- 분진 폭발이 상존하는 화력 발전소 -

6일 동안 불타고, 4명 부상

1. 개요

- * 주된 형태 : 분진 폭발이 상존하는 위험
- * 건설 : 1960년대
- * 발화 일시 : '93년 7월 5일
- * 화재 통보 시간 : 12시 47분
- * 추정 원인 : 호퍼에서 뜨거운 오일이 석탄 분진에 스며들어 화재 발생

2. 일반 사항

LONGANNET 화력발전소는 1960년대 설립되어 1973년 완전 가동하게 되었고, 영국의 River Forth 북쪽 제방에 위치하고 있으며, 4대의 보일러 중 1대에 석탄을 공급하기 전에 시간당 40톤을 처리하는 회전분쇄기 8대로 분쇄한 석탄을 사용하고 있다. 이 공정은 로 내에서 연소 효율을 증진한다.

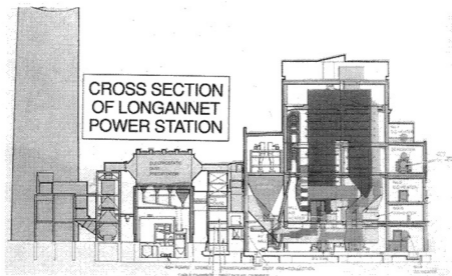


그림1 발화된 호퍼의 위치를 나타내는 발전소의 단면

그러나 처음 보일러를 가동하기 위해서는 135℃, 24bar 상태의 증유를 이용하며, 완전하게 석탄으로 가동하기까지 석탄을 증가시키는 동안 연료유 유입을 점차적으로 감소시킴으로써 분말 석탄 이송이 이루어진다. 로 안에서 연료가 연소된 후, 연소 생성물은 대부분의 열을 흡수하는 절약기(Economiser), 과열기(Superheater) 및 공기히터를 통과한다.

결과적으로 가스/재 혼합물은 그 다음 정전 침전조(electrostatic precipitator)를 통과하며, 거기서 분진을 양극 전극에 고착시키도록 이온화하는 고전압 전극에 연도가스를 통과시킴으로써 분진은 추출된다. 재(ash) 호퍼 아래로 분진을 몰아내기 위해 기계 해머로 이물 전극을 정기적으로 두들긴다. 배관을 연결, 재물 못(Lagoon)으로 이송하기 전에 재물 유동화하기 위해 공기를 주입하며, 이러한 배관은 고무코팅으로 부식을 방지한다.

가동 개시 기간에는 보일러 효율이 낮아 일정량의 미연소 연료가 존재하여, 정전 침전조로 통과하게 된다. 통상적으로 정기 점검시 이러한 사항이 발견되며, 연소 중인 물질은 소화시킬 수 있는 층으로 배출된다.

3. 추정 원인

화재가 발생하기 12주 전, 2번 보일러는 새로운 터빈장치를 설치할 동안 정기 보수작업

을 위해 가동을 중단시켜 끌어들였고, 6월 29일이 되어서야 다시 설치되어 가동절차를 개시하였다. 신설 설비에 대한 추가 시험 때문에 가동은 평상시 보다 더 오래 걸렸고, 보일러는 정상적인 때보다 더 많은 량의 미연소 오일/분진을 생성하였으며, 이것은 침전장치로 유입되었다. 첫번째 화재는 7월 1일 발견되었지만 그러한 화재에 익숙한 엔지니어가 소화시켰다. 하나 이상의 재 호퍼 내부에 연소 공간을 7월 5일 정기 확인 때까지 알아차리지 못해 연소 물질이 배출되었고, 발판목재(scaffolding timber)에 착화되었을 것으로 생각된다. 이 무렵 로의 재와 더불어 기름으로 충만된 다량의 석탄 분진이 호퍼에 이미 존재하였고, 호퍼 구조 때문에 연소물질은 인근 호퍼 상부로 통과하였다.



사진2 연결 파이프를 거쳐 12개 호퍼에 불이 번졌다.

4. 소화 작업

Fife 소방구조대는 12시 47분 화재현장으로부터 출동 요청 전화를 받았으며, 13시 5분에 도착하였을때, 화재는 이미 발전소 자위소방대에 의해 진화되었다. 호퍼 점검을 통해 연소중인 재가 내부에 있음이 밝혀졌으며, 호퍼는 반쯤 차 있었고 분쇄된 연소 중의 재약 20톤이 들어있었다. 이 호퍼는 48개 저장 호퍼 중의 하나였으며, 점검에 의해 11개소가 발화상태라는 것이 밝혀졌다.

다음과 같이 많은 어려움이 즉각적으로 나타났다.

가. 화재현장은 발전소 내에 지상 18m에 위치함.

나. 호퍼는 관련 배관이 화재 확산 우려가 있는 물질로 라이닝되어 있기 때문에 비울 수가 없음.

다. 위에서 연소물질에 물을 주입하는 것은 석탄 분진의 상부에 딱딱한 표면이 생성되어 물이 나머지 분진에 도달하는 것을 막는데 있음. 또한 공기 중에서 폭발을 일으킬 수 있는 수소 및 일산화탄소 혼합물인 수성가스를 생성시킬 수 있음.

라. 낮은 위치의 문을 사용하여 다량의 연소물질을 배출하는 것은 대규모 석탄 분진 폭발을 일으킬 수 있는 이상적인 조건을 야기할 수 있음. 침전조를 수용하는 건물은 약 200m x 50m이며, 높이가 약 30m이고 모든 수직 표면은 분진 형태의 석탄과 재를 담고 있음.



사진3 호퍼 주위의 벽이나 바닥에 쌓인 분진이 상존 폭발 위험을 증가

책임자가 택한 유일한 방법은 재 배출 배관을 유도하는 배관 상부에 설치된 점검 슬라이드를 경유하여 통제된 방법으로 12개의 호퍼 각각을 비우는 것이다. 배관을 100mm² 개구부로 덮고 있는 슬라이드에 설치하고, 다량의 물질을 제거하기 위해 연소 중인 분진에서 멀리 이격된 지점에서 포크(poker)를 이용하여 슬라이딩 덩게를 조작하도록 2명의 소방관을 배치하였다.

분진 폭발 위험을 방지하기 위해 지상 모니터 물분무와 2개의 수동 젯(hand-held jet)을 슬라이드 개구부 주위에 배치시켜 나오는 연소물질을 축축하게 하였다.



사진4 소방관이 포크를 사용, 슬라이드 밸브에서 재를 밀어내며 살수

계속 존재하는 분진 폭발 위험은 공기 호흡기를 착용한 대원이 근처에서 물분무를 계속 하도록 하는 극히 어려운 작업조건을 만들었다.

공기호흡기를 착용한 현장 화학전문가는 높은 위치의 통로에서 호퍼로 들어가서 어떤 호퍼가 가스 분석에 처음 다룰 필요가 있는지를 결정하였다. 열 이미징 카메라와 가스 감지장비를 사용하는 소방대원은 화학전문가가 파악한 것을 확인하였다.

5. 위험 상황

책임자에게 알리지 않고 근처 보일러에서 정비작업을 수행하기 위해 팬을 가동하였을 때, 한 지점에서 상황이 악화되었다. 가스 밀봉 설을 구성하지 않은 장치 사이의 차단 댐퍼 때문에 공기가 발화 중인 호퍼를 통해 유입되어 화염을 상승시켰으며, 이전에 소화된 호퍼가 재착화되었다.

어렵고 위험한 소화작업은 반드시 천천히 하여야 했으므로 소화작업은 초기 호출 이후 수 일동안 수행되었다. 7월 8일 13시 15분 갑작스런 연소 중인 석탄 분진이 슬라이드 밸브로부터 배출되었을 때 4명의 소방대원이 부상당했다.

4명의 소방대원은 연소 중인 분진 운에 휩싸였고 귀와 다리에 경미한 화상을 입었다. 처음 scaffolding의 화재가 발견된 6일 후인 7월 11일 13시 18분이 되어서야 사건은 종료되었다고 발표되었다. 전체적으로 Fife 소방구조대의 11대 소방차 중 5대가 사고에 참여하였다.