

대규모 창고 화재의 발화원인 구명

사이타마시소방국 예방과 조사계

2011년(평성23년) 4월 10일(토) 6시 45분경 사이타마시 이와츠키구에서 발생한 화재로, 준내화구조 3층 건물의 대규모 창고 겸 작업장 1동, 연면적 19,064㎡가 전소되었고, 화재발견에서 진화까지 59시간 넘게 소화활동이 이루어졌다. 화재손해액 합계 40억엔을 넘는 소방당국에서도 그 유례를 찾아볼 수 없는 화재였다.

■ 화재 개요

건물은 2007년 12월에 건축된 준내화건물 3/0층의 창고 겸 작업장(이하, 창고)으로 건축면적 9,994㎡, 연면적 19,064㎡이다. [사진 1,2]

창고는 작업시간 전으로 근무자가 없어 사상자는 발생하지 않았다. 소방용설비로는 소화기, 옥내소화전설비, 옥외소화전설비, 자동화재경보설비, 유도등, 소방용수 등이 설치돼 있었다. 소방용설비 등의 설치 및 점검결과 보고상태, 소방안전관리자 선임신고는 소방법상 적합했다.



[사진 1] 창고 3층 연소 상황

■ 발견 및 신고

창고 북쪽에서 거주하는 주민이 창고 북쪽 중앙의 셔터와 바닥의 틈새에서 화염과 연기가 나오는 것을 발견하고 119에 신고(6시 55분)했다.

■ 소화활동 상황

(1) 출동차량대수 및 인원(합계)

소방서 32대, 101명 / 소방단 6대, 112명 / 합계 38대, 213명

(2) 출동차량 상황

지휘차 4대, 소방펌프차 14대, 구조공작차 3대, 사다리차 4대, 구급차 2대, 특별고도공작차 1대, 기자재차 1대, 대형중기 3대

(3) 현장도착 시 상황

소방대가 현장 도착 시(6시 58분) 건물 남쪽 중앙 부근의 환기덕트 및 셔터 하부 틈새에서 검은 연기가 분출하고 있는 것을 확인했다.

■ 건물 상황

창고는 기성복 제품(의류, 가방, 구두, 액세서리 등)의 입하, 검품, 분류, 임시 보관, 출하까지의 물류업무 처리로 수백만 점의 상품을 취급하고 있었다.

1층은, 주로 백화점 등에 납품하는 의류 포장박스가 철제 랙에 대량으로 보관되고 검품작업이 이뤄지고 있었다. [사진 3,4 참조]

2층은, 일부가 중2층으로 되어 있고 근무자 식당 겸 휴게실로 사용하고 있었다.

3층은, 1층과 마찬가지로 랙에 적재된 상품의 검품작업을 실시하고 있었다. [사진 5 참조]

1층은 창고 및 작업공간 외에 동쪽에 사무실이 있으며, 사무실에는 자동화재경보설비의 수신기가 설치되어 있었다. [사진 6,7 참조]



[사진 2] 창고 겸 작업장 남측 외관
(일부가 중기로 파괴)



[사진 3] 1층 중앙 부근 상황



[사진 4] 1층 중앙 부근의 검품작업 장소



[사진 5] 3층 철골대들보가 현저하게 휘어지고
콘크리트 슬라브 전면이 폭발로 파괴



[사진 6] 1층 동쪽 사무실



[사진 7] 사무실에 설치된 자동화재
경보설비 수신기(GR형)

■ 자동화재경보설비 상황

자동화재경보설비의 수신기는 2007년 제작된 GR형, 수15~8~2호이다. 1층 창고부분의 감지기는 연기감지기, 광전아날로그식 스포트형으로, 수신온도는 45~85℃, 수신농도는 스포트형 2.5~17% m , 축적시간은 20~50초이다.

R형수신기는 Record-type(기록형)의 약칭으로, 감지기에서 중계기로 신호를 보내면 각 중계기와의 연결 상태를 나타내는 신호가 발신되고, 중계기 번호와 일치 시 필요한 정보를 수신기로 보내면 어떤 감지기가 작동해 경보가 울린 것인지가 확인되므로 화재발생 장소를 알아낼 수 있다. 또한, 수신기가 감지기로 부터 신호를 받은 시각을 초 단위로 기록하는 GR형은 가스누설경보기의 수신기 기능을 겸한 것이다.

이 R형 광전아날로그식 수신기는, 각각의 감지기 번호에 따라 그 감지기가 온도, 연기농도를 검출하여 아래 순서에 따라 5단계로 주의축적과 화재의 기록표시를 한다.

주의축적 → 주의 → 화재축적 → 화재 → 방배연화재

수신기 기록표시인 방배연기동, 방배연화재는 방화구획 내의 감지기가 농도의 변화에 따라 단계로 표시된다. 방화셔터는, 연동형감지기가 감지함으로써 방화셔터가 작동되고 방화셔터가 폐쇄된 신호를 받아 방배연확인이라 표시된다.

옥외소화전 버튼의 작동은 발신기 버튼을 조작했다는 표시로서, 누르지 않는 한 펌프는 기동되지 않으며, 누른 후에는 ‘소화전 펌프 기동’ 이라 표시된다.

■ 건물 방화구획

1층은, 동서 양쪽 끝에 방화셔터의 설치로 작업장과 사무실이 방화구획 되어 있었다. 1층에는 3층까지 운행하는 엘리베이터 3기가 설치되어 있고, 모든 승강장 앞에 감지기연동형의 방화·방연스크린 설치로 수직관통부 구획이 되어 있었다. 3층으로 통하는 계단은 건물 네 귀퉁이와 북, 남쪽 중앙 부근 등에 총 6개가 설치되어 있고, 작업장에서 전실, 전실에서 계단실로 통하는 출입구에는 상시 폐쇄형 방화문이 설치되어 있었다. 또한, 3층은 벽체 및 방화셔터에 의해 8개 실로 방화구획 되어 있었다.

■ 상층으로의 연소 경로

방화문이 개방되어 있던 곳은 계단2의 1층과 계단4의 출입구 2곳이었으며, 다른 방화문은 모두 닫혀 있어서 1층에서 3층으로 계단을 통한 상층으로의 연소 가능성은 낮다고 판단된다.

4곳에 설치된 전기배선 관통부는 단열재를 충전해 층간 구획되어 있지만, 모든 전기배선 관통부의 배선피복이 소손되어 심선(心線)이 노출돼 있었다. 단열재는 전기배선과 접하는 부분이 소실되어 방화구획 관통부에 대한 조치로 건축기준법 중 구체적인 내화시간의 내용을 포함해 최대 1시간의 내화성능을 가져야 하지만, 본 창고는 적재 가연물의 양으로 볼 때 1층은 장시간 고온상태가 지속되었고 일정시간을 초과하자 수직관통부 구획 및 층간구획의 내화성능을 상회하여 상층으로 연소했을 가능성을 추측할 수 있다 [표 1 참조]

	1층		2층	3층	
	작업장~전실	전실~계단	계단~복도	작업장~전실	전실~계단
계단1	단힘	단힘	-	단힘	단힘
계단2	열림	단힘	-	단힘	단힘
계단3	단힘	단힘	-	단힘	단힘
계단4	단힘	열림 (스토퍼)	단힘	단힘	단힘
계단5	단힘	단힘	-	단힘	단힘
계단6	단힘	단힘	단힘	단힘	단힘

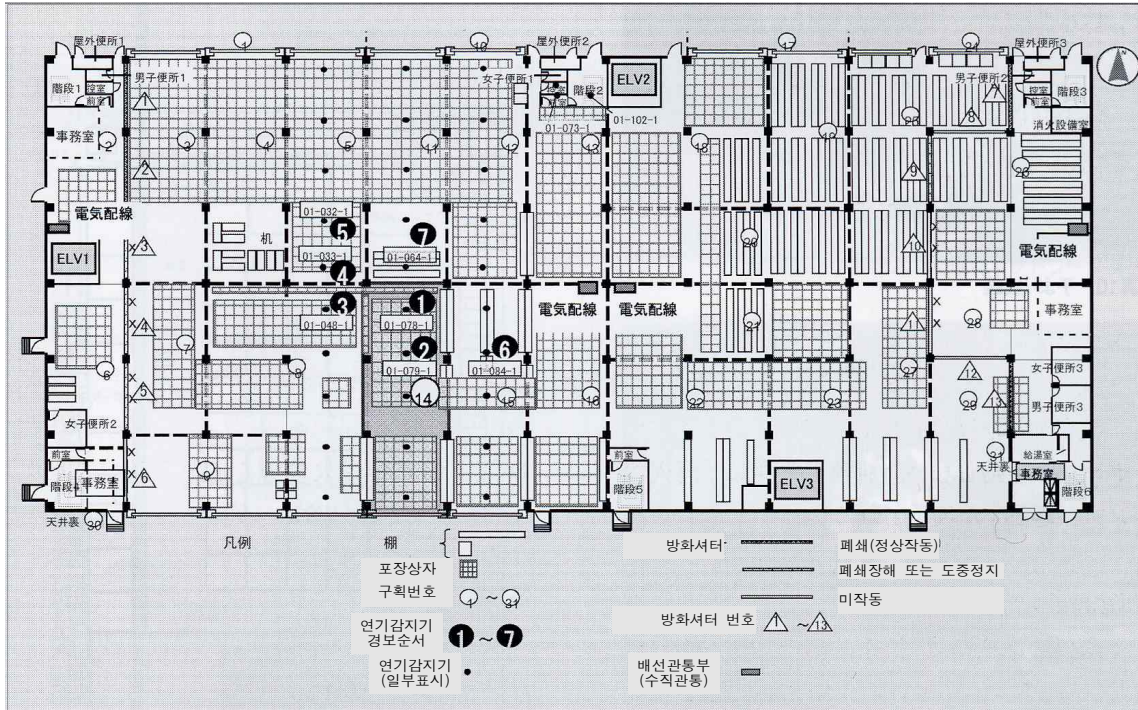
[표 1] 방화문 개폐 상황

■ 발화장소 확인

이 화재는 초기의 연소상태 파악이 곤란한 상황이었고, 창고 내 수용물이 대량 소손되고, 그을린 방향이 불명확하여 발화장소 확인에 어려움이 예상되었다. 그러나, 소화활동 중 소방대가 사무실의 자동화재탐지설비 수신반에서 14구획의 경보를 확인했다.

또한, 사무실 내 소손을 입지 않은 GR형 광전아날로그식 수신기의 신호수신 이력에서 감지기번호 『01-078-1』 연기감지기가 6시 46분 15초에 「주의축적」 경보가 울린 것을 확인할 수 있었고, 2~4초 후 직근의 8번구획과 5번구획의 『01-048-1』, 『01-033-1』 이 경보가 울리고, 31초 후인 6시 50분 40초에 최초로 연기를 감지한 『01-078-1』 에서 「주의축적」 보다 연기농도가 높은 「주의」 경보가 울린 점에서 연기감지기의 작동순서(연기감지기 경보인 검정색 원형번호)에 따라 연소상황을 추측할 수 있어 발화장소는 14구획 내 북쪽으로 추정되며 조사 착수 전에 높은 정확도의 정보를 구할 수 있었다.

또, 신호 수신이 불가능하게 된 6시 54분(신고 약 2분전)에는 1층의 연기감지기 대부분에서 화재신호(연기농도 : 17%/m) 경보가 울린 것이 확인됐다.[그림 1]

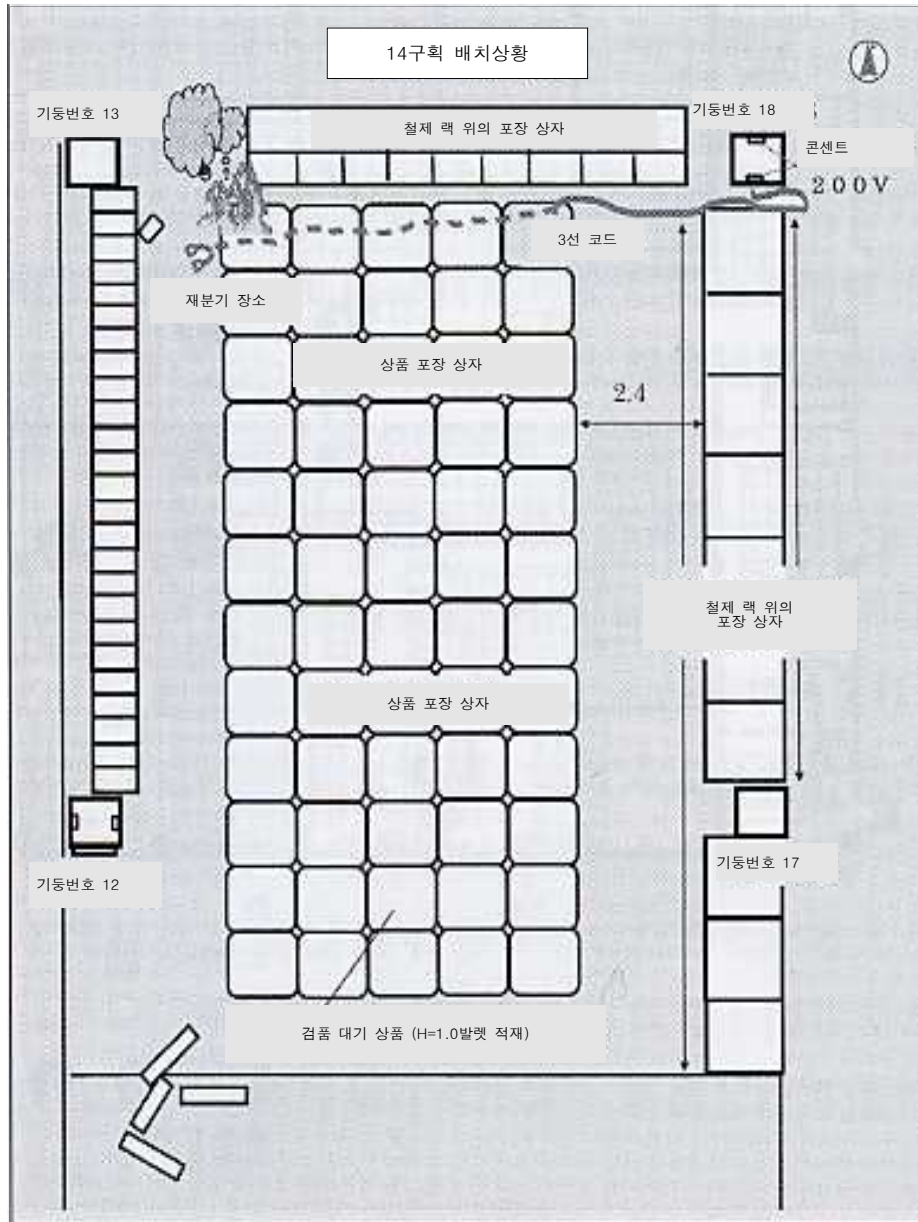


[그림 1] 1층 감지기 작동 상황

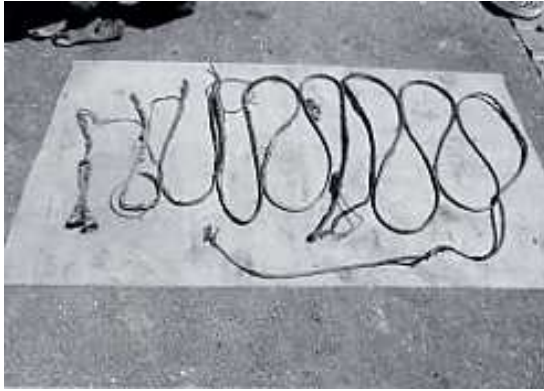
■ 발화원인

발화장소가 14구획 내 북쪽으로 확인되어 이 범위를 기준으로 원인조사가 이뤄졌고, 발화원인으로는 박스 내 상품에서의 발화, 방화, 검품기기 등을 포함한 전기관계에 의한 발화를 고려하였다.

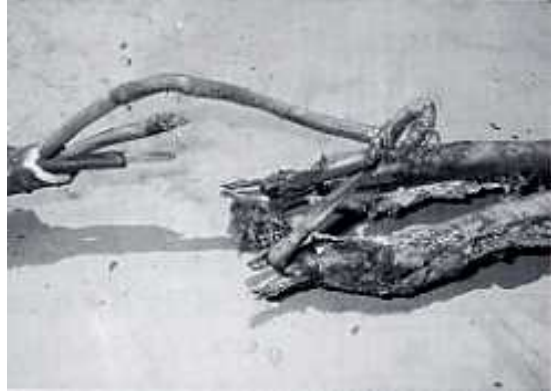
조사과정에서 1층의 14구획 북동쪽 기둥의 2구 매설 콘센트에 꽂혀져 있던 3선 코드는 배선기구 사용 없이 접속된 후 다시 분기된 상태로 확인되어 배선접속부를 확인한바 절연비닐테이프가 소실되고, 3선 코드 중 2선의 접속부분은 결손되고 남아있는 심선(心線)에 단락 흔적이 확인되었기 때문에 코드를 다시 분기배선한 부분에서 비닐테이프의 절연열화에 의한 단락으로 발화한 것으로 결론지었다. [그림 2, 사진 8~11 참조]



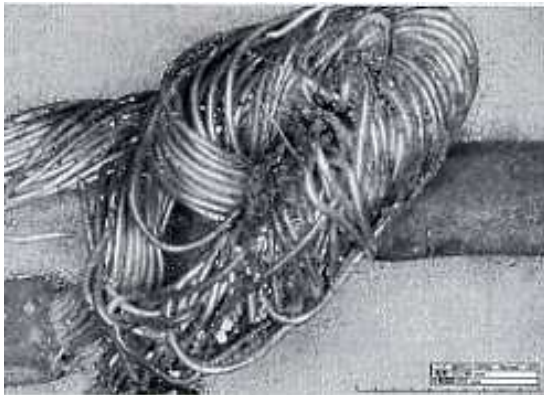
[그림 2] 14구획 배치상황



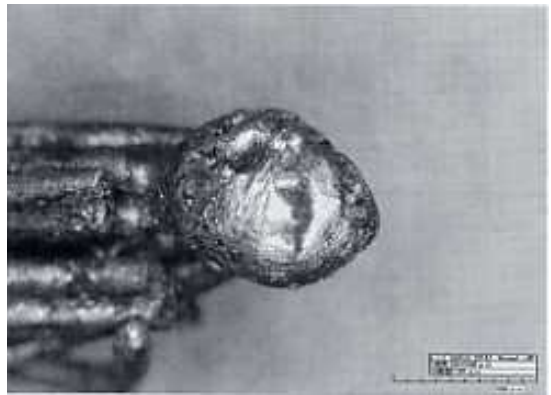
[사진 8] 3선 코드



[사진 9] 배선기구 사용없이
접속한 배선



[사진 10] 배선기구 사용없이 결선



[사진 11] 단락 흔적

■ 결론

이 화재는 대규모 창고 화재이지만 설치돼 있던 자동화재탐지설비는 GR형 광전식아날로그 수신기이고, 또 신호 수신 이력의 확인이 가능했다는 점에서 초기조사에서 정확도가 높은 정보(발화장소 확인)를 구할 수 있었고, 한정된 정보로 발화원인을 구명한 사례로 평가된다.

출처 : 월간 웨스크 (2012년 10월호)
번역 : 고객센터팀 박경희 차장