

프로그래밍 오류에 의한 스프링클러 미작동 사례 A Case of Sprinkler Non-Working by Programming Error

서영일[†] · 조영진 · 문병선 · 박종진 · 박종찬 · 박남규*

Young-Il Seo[†] · Young-Jin Cho · Byung-Seon Moon · Jong-Jin Park ·
Jong-Chan Park · Nam-Kyu Park*

국립과학수사연구소 남부분소, *국립과학수사연구소 물리분석과
(2008. 4. 11. 접수/2008. 5. 11. 채택)

요 약

2005년 개정된 소방법에 의하면 11층 이상의 신축 아파트는 전(全)층에 스프링클러를 설치하게 되어 있으나, 2005년 이전의 소방법은 16층 이상의 아파트에 대해서 16층부터 최상층까지 스프링클러를 설치하여 화재 시에 작동하여 소화를 하게끔 되어 있다. 본 사례는 2005년 이전에 지어진 17층 아파트의 17층 한 가구에서 담배에 의한 실화로 추정되는 화재에 의해 피해자가 사망한 사건으로서 유족 측에서 화재 시에 스프링클러가 정상작동하지 않은 이유에 대해 의문을 제기한 사건이다. 현장조사를 통해 동 아파트 16층에서 화재감지기를 작동시키면 스프링클러가 정상작동 하였으나, 17층에서 화재감지기를 작동시키면 스프링클러가 작동하지 않음을 확인하였고, 동 17층에서 스프링클러가 작동하지 않은 원인이 스프링클러 제어기의 프로그래밍 결함에 있다는 것을 밝혔다.

ABSTRACT

According to the Fire Services Act revised in 2005, it has been required to set up sprinkler systems to all floors to the newly builded apartments having above 11 floors. But, according to the Fire Services Act before 2005, it had been required to set up sprinkler systems from 16 floors to the top floors to the apartments having above 16 floors. This case is the accident that a victim was dead by the fire which is inferred as an accidental fire by a cigarette butt in a 17th floor apartment unit in an apartment having 17th floors and that the bereaved family called in question why the sprinklers non worked at the fire. Through the field investigation, we checked that the sprinklers worked well when the fire detectors at the 16th floor of the apartment were operated and that the sprinklers non worked when the fire detectors at the 17th floor of the apartment were operated. We made clear that the cause of the sprinkler non-working at the 17th floor is the programming error of the sprinkler controller.

Keywords : Fire investigation, Accidental fire, Sprinkler, Programming error

1. 서 론

2007년 2월 28일 02:30경 OO시 OO구 OO아파트 17층 건물의 17층에 위치한 가구의 실내 작은방에서 발생한 화재 사고가 있었다. 이 사고로 잠을 자고 있던 피해자(세대주의 아들)가 사망하였고 안방에 있던 피해자의 모와 누나는 작은방에서 연기와 불길을 보고 앞 베란다를 통해 아래층으로 탈출하였다.

이 사건의 발화부는 피해자가 소사체로 발견된 작은 방 출입문 좌측의 침대 가운데 부분으로 추정되었고 침대 위에 전기배선이나 전기제품이 발견되지 않았으며 화재 당시 피해자의 모친과 누나가 연기와 불길을 보았을 때 내부 전기는 통전 중이었던 점으로 보아 전기적인 화재 개연성은 배제 가능한 것으로 추정되었다. 피해자가 술에 취한 상태였고 자신의 방에서 자주 담배를 피운 전력이 있었던 점으로 보아 담배에 의한 실화 개연성이 의심된 사건이었다.

한편, 유족 측에서는 화재원인에 대해서는 이의를 제

[†]E-mail: yiseo@nisi.go.kr

기하지 않았으나 화재 시에 스프링클러가 작동하지 않은 것에 대해 의문을 제기하였고, 스프링클러가 화재 시에 제대로 작동하였다면 피해자의 사망은 면했을 것이라고 주장하였다. 또한 화재 시에 경종 및 사이렌도 동작하지 않았다고 주장하였다. 이 원인을 밝히기 위해 해당 경찰서에서 본 연구소에 감정 의뢰하여 현장조사 및 스프링클러 시스템에 대한 실험을 실시하여, 스프링클러가 화재 발생시에 작동하지 않은 원인이 스프링클러 제어기의 프로그래밍 결함에 있다는 것을 밝혔다.

화재 발생시의 스프링클러 결함에 관한 조사결과는 학계에 보고된 바가 거의 없는 실정이며, 또한 프로그래밍 오류에 의한 스프링클러 결함에 대한 내용은 더 더욱 찾아보기 힘든 실정이다. 따라서 본 사례를 통해 화재 발생시의 스프링클러 결함에 대해서 고찰하고자 한다.

2. 현장조사 및 실험

2.1 소방 설비에 대한 조사

화재가 발생한 아파트 단지의 소방설비는 모든 세대가 관리사무소 내에 설치된 R형 복합식 수신기에 의해서 제어되는 준비작동식 스프링클러 소방설비이고, 화재가 발생한 아파트 세대의 작은 방에는 감지기 2개와 스프링클러 한 개가 설치된 상태였다. 화재가 발생한 아파트의 모든 동은 화재 시에 소화수를 충수하는 전자밸브가 16층 한 곳에만 장착되어 16층 및 17층에 동시 신호를 전달하여 충수하는 방식으로 된 구조이다 (Figure 1).

아파트 16층과 17층의 복도에는 스프링클러 수동조작함(SVP, Super Visory Panel, 소화전)이 각각 설치되어 있으며, 화재발생시 감지기 신호를 받아 16층 및 17층의 스프링클러 헤드까지 소화수를 충수할 수 있는 솔레노이드 밸브는 16층의 SVP 안에만 설치되어 있었고, 16층 및 17층의 SVP에는 스프링클러 수동 조작 버튼 이외에 발신기, 경종, 증계기, 비상콘센트 등이 함께 시설되어 있었다.

16층의 SVP에 설치된 솔레노이드 밸브의 동작 여부를 확인하기 위해 관리사무소의 화재수신반에서 16층 세대에 설치된 2개의 화재감지기를 ON시킨 결과 솔레노이드 밸브가 동작하여 스프링클러 헤드쪽으로 충수되었고 경종이 울렸다. 그러나 17층 세대에 설치된 2개의 감지기를 ON시킨 결과 솔레노이드 밸브는 동작하지 않았으며 경종은 솔레노이드 밸브의 동작 여부와 상관없이 울렸다.

2.2 화재당시 기록된 log file에 대한 검사

관리사무소에 설치된 R형 수신기는 윈도우환경의 감시제어 방식을 채택하고 있으며, 수신반에서 일어나는 모든 이벤트(화재, 조작, 감지기 동작, 스프링클러 설비 동작 등)가 날짜 및 시간과 함께 저장되어 Log 파일로 기록되기 때문에 저장된 Log 파일을 분석하여 이벤트 발생 당시의 상황을 파악할 수 있었다.

2월 28일 화재당시 발생한 이벤트 기록을 보면 화재 발생 호실에서 화재가 발생한 이후 2개의 감지기가 ON되었지만 경종 및 사이렌 등이 동작하지 않았으며 스프링클러 또한 동작하지 않았음이 명확하였다. 경종 및

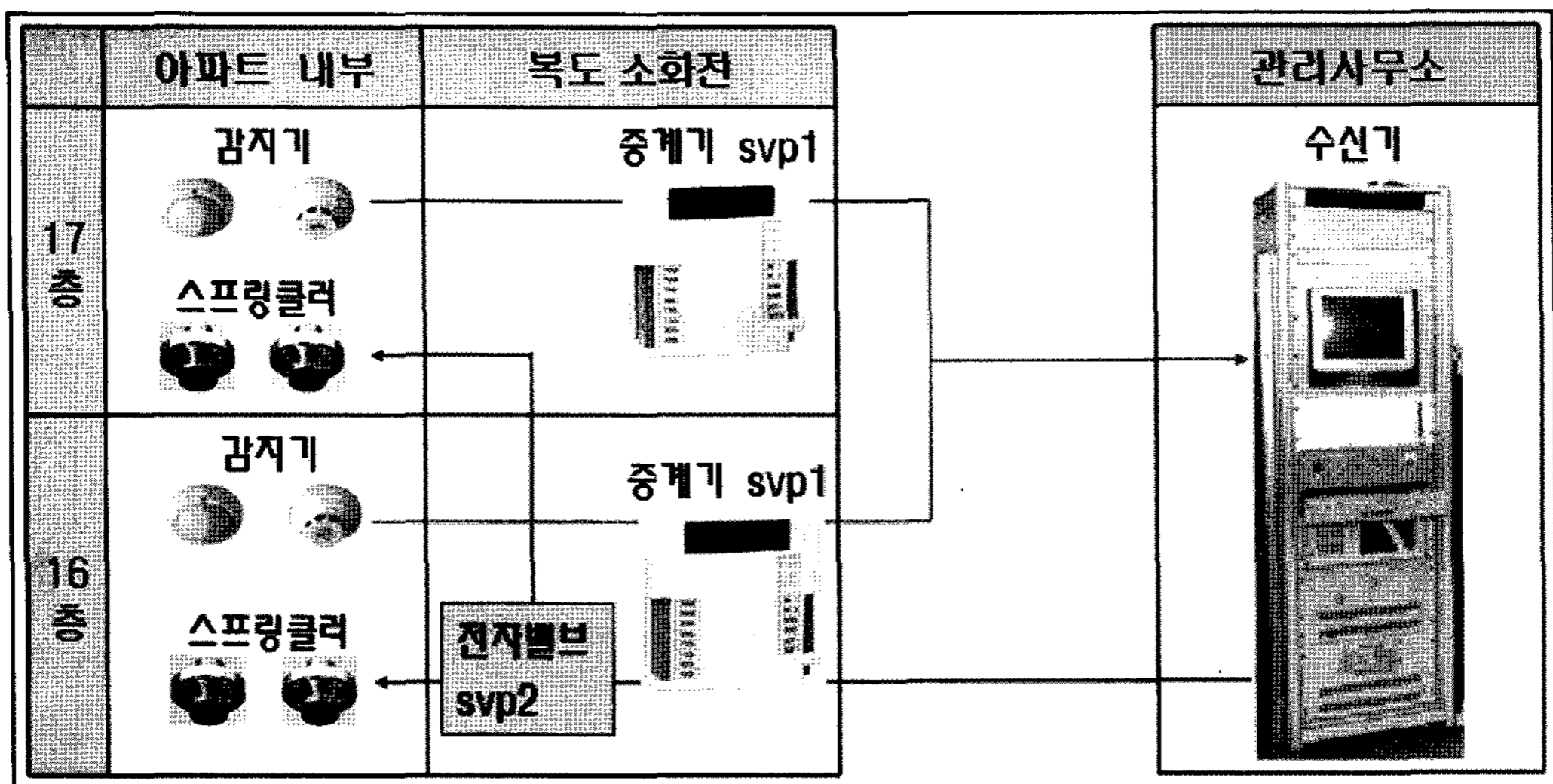


Figure 1. A schematic diagram of the suppression system of the fire apartment.

사이렌이 동작하지 않은 이유는 화재수신반의 모니터 상에서 지구경종, 사이렌 등의 버튼을 OFF시켜 놓았기 때문으로 판단되었다.

2.3 수신기 구동 프로그램에 대한 분석

화재수신반 프로그램은 1개의 데이터 파일과 2개의 응용프로그램으로 구성되었으며 2개의 응용프로그램은 1개의 데이터 파일을 읽어 가동되며, 데이터 파일 내용 중 스프링클러 동작 여부와 밀접한 관련이 있는 부분을 일부 발췌하면 다음과 같다.

```
rule svp1(svp, 10, 감지기1, 감지기2, 싸이렌, 연기동)
{
    싸이렌=@감지기1*![싸이렌정지]+@감지기2*!
        [싸이렌정지];
    연기동=@감지기1*@감지기2;
    경보4=@감지기1;
    경보4=@감지기2;
}
```

// svp1 괄호안에서 svp: bmp Figure, 10: 축적시간, 연기동: 연동하여 기동함을 의미.

```
rule svp2(svp,0, 연기동, 동작확인, 싸이렌, #OPER:
기동)
{
    싸이렌=동작확인*![싸이렌정지];
    소화화재1=동작확인;
    기동=연기동;
}
```

// svp2 괄호안에서 svp: bmp Figure, 0: 축적시간, 연기동: 연동하여 기동함을 의미.

// 동작확인: SVP 수동조작함 내의 솔레노이드 밸브가 동작하여 스프링클러 헤드 쪽으로 소화수가 이동했음을 의미.
// 기동: 솔레노이드 밸브가 기동 동작을 했음을 의미.

상기 데이터 파일 내용중 스프링클러 수동 조작함 내의 솔레노이드 밸브 동작 여부와 관련된 것은 “svp2” 함수이며 Log 파일에서 “svp2 기동 및 동작확인” 이벤트가 발생하면 솔레노이드 밸브가 동작한 것으로 볼 수 있다.

데이터 파일 확인 결과 초록나라아파트 모든 동의 16층에는 “svp1” 및 “svp2” 함수가 함께 들어가 있지만, 17층 이상에는 “svp1” 함수만 있고 “svp2” 함수는 포함되어 있지 않았다. 화재가 발생한 동의 16층과 17층의 데이터 파일 내용은 아래와 같다.

```
area(231.8,233.1,'16층','101d2fl.dxf')
{
    offx=30.0;
    port 비상방송(bh010d);
    port 지구경종(o13a00);
    port 직상발화(o13b00);
    equip 자탐1(210.1,152.4,m13a00,m13a01);
    equip 댐퍼1(198.9,182.8,m13a00,m13a01,I13a02,
        o13a01,o19200);
    equip svp1(204.9,130.7,m13a00,m13a01,o13a02,
        o19603);
    equip svp2(217.8,130.9,o19603,I13a03,
        o13a02, o13a03)
    equip ts(230.8,130.9,I13b03);
}
```

// area 괄호 안에서 231.8: X좌표, 233.1: Y좌표, 101d2fl.dxf: 확장자가 dxf인 Figure.

// equip svp1 괄호 안에서 204.9: X좌표, 130.7: Y좌표, m13a00: 감지기 1, m13a01: 감지기 2, o13a02: 싸이렌, o19603: 연기동을 의미.

// equip svp2 괄호안에서 217.8: X좌표, 130.9: Y좌표, o19603: 연기동, I13a03: 동작 확인, o13a02: 싸이렌, o13a03: 기동을 의미.

```
area(95.0,249.4,'17층','101d2fl.dxf')
{
    offx=30.0;
    port 비상방송(bh010e);
    port 지구경종(o13b00);
    equip 자탐1(210.7,152.4,m13b00,m13b01);
    equip 댐퍼1(198.4,183.4,m13b00,m13b01,I13b02,
        o13b01,o19200);
    equip svp1(210.1,131.5,m13b00,m13b01,o13b02,
        o19603);
}
```

상기 데이터 파일의 맨 아래쪽 줄인

```
“equip svp1(19210.1,131.5, m50b00, m50b01, o50b02,
o59600)”
```

함수는 감지기 1, 2의 신호가 감지가 되면 사이렌을 울리게 하고, 연계 기동된 함수가 있으면 그 함수에 연계기동 신호를 보내는 함수이다. 하지만 데이터 파일의 “17층”에 해당하는 함수에서 스프링클러 수동 조작함 내의 솔레노이드 밸브를 동작시키는 “svp2” 함수가 누락되어 있음을 확인하였다.

2.4 스프링클러 작동 시스템에 대한 재현 실험

2.4.1 현재 상태(데이터 파일 수정 전)의 스프링클러 작동 시스템에 대한 실험

화재가 발생한 아파트 동 16층의 화재감지기를 작동시켜 보니 작동시스템의 “감지기 → 중계기 → 수신기 → 중계기 → 전자밸브개방” 계통에 문제가 없는 상태였다. 하지만 화재가 발생한 아파트 동 17층의 화재감지기를 작동시켜 보니 감지기 신호는 화재수신기에 수신되나 전자밸브가 작동하지 않았다. 또한 다른 동의 아파트에 대한 확인 실험 결과, 해당 아파트 단지의 모든 단지에서 17층 이상의 감지기가 동작할 때 전자밸브가 작동하지 않음이 확인되었다.

2.4.2 데이터 파일을 수정한 후의 스프링클러 작동 시스템에 대한 실험

데이터 파일 상에 17층 이상에는 “svp2” 함수가 빠져 있어 16층에 있는 “svp2” 함수를 17층 내용에 추가한 후 스프링클러 동작 여부를 확인한 결과, 17층에서 감지기를 ON시키면 16층 복도에 설치된 SVP 수동조작함 내의 솔레노이드 밸브가 동작함을 확인하였다.

다음은 화재가 발생한 동과는 다른 동 17층의 데이터 파일에 16층에 있는 “svp2” 함수를 추가한 후의 데이터 파일 내용이다.

```

area(231.8,233.1,'16층','101d2fl.dxf')
{
    offx=30.0;
    port 비상방송(bh0428);
    port 지구경종(o50a00);
    port 직상발화(o50b00);
    equip 자탐1(210.1,152.4,m50a00,m50a01);
    equip 댐퍼1(198.9,182.8,m50a00,m50a01,I50a02,
o50a01,o59100);
    equip svp1(204.5,130.7,m50a00,m50a01,o50a02,
o59600);
    equip svp2(217.4,130.9,o59600,I50a03,o50a02,
o50a03);
    equip ts(230.4,130.9,I50b03);
}

area(95.0,249.4,'17층','101d2fl.dxf')
{
    offx=30.0;
    port 비상방송(bh0429);
    port 지구경종(o50b00);
    equip 자탐1(210.7,152.4,m50b00,m50b01);
    
```

```

equip 댐퍼1(198.4,183.4,m50b00,m50b01,
I50b02,o50b01,o59100);
equip svp1(210.1,131.5,m50b00,m50b01,o50b02,
o59600);
equip svp2(217.4,130.9,o59600,I50a03,o50a02,
o50a03); //추가한 부분
}
    
```

상기 데이터 파일과 같이 17층의 데이터 파일에 “svp2” 함수를 추가한 후 화재수신반 모니터 상에서 해당 동 16층과 17층의 감지기가 동작할 때 스프링클러의 동작 여부에 대한 확인 실험을 행하였다. “svp2” 함수를 추가함으로써 17층에서 화재가 발생하더라도 16층의 복도에 설치된 SVP 수동조작함 내의 솔레노이드 밸브가 동작하여 16층과 17층 세대의 스프링클러 헤드까지 소화수가 충수됨을 확인하였다.

3. 고 찰

화재당시 기록된 Log 파일 상의 이벤트 발생 상황을 보면 화재가 발생한 방에서 화재 발생 후 2개의 화재감지기가 작동되었지만 화재 당시의 Log 파일을 보면 경종 및 사이렌 등이 동작하였다는 이벤트가 발생하지 않은 점으로 보아 화재당시 경종 및 사이렌 등이 동작하지 않은 것은 명확하였다.

화재이후 실험 과정에서 이들이 정상적으로 동작하는 점으로 보아 경종 및 사이렌이 동작하지 않은 이유는 화재당시 관리사무소 내의 화재수신반 모니터 상에서 지구경종, 사이렌, 비상방송 등의 버튼을 정지시켜 놓았기 때문으로 판단되었다.

화재당시 기록된 Log 파일 상의 이벤트 발생 상황을 보면 스프링클러 동작여부와 관련된 “svp2 기동, svp2 동작확인” 이벤트가 빠져 있는 상태로서 화재당시 화재가 발생한 아파트 해당 호실에 설치된 스프링클러 헤드를 통해 소화수가 살수되지 않았음이 명확하였으며 실험을 통해서도 동 호에서 감지기가 동작할 경우 스프링클러가 동작하지 않음을 확인하였다.

화재당시 설치된 화재수신반 프로그램 상으로는 해당 아파트 모든 동의 16층에서 화재가 발생할 경우에는 스프링클러가 동작하지만, 17층 이상에서 화재가 발생할 경우에는 화재가 발생한 해당 호실 뿐만 아니라 아파트 모든 동의 17층 이상에서 스프링클러가 동작할 수 없는 상태였다.

이는 화재수신반 프로그램 중 데이터 파일 상에 모든 동의 16층 이하에는 스프링클러 동작과 관련된 “svp2” 함수가 포함되어 있지만, 모든 동의 17층 이상

에는 “svp2” 함수가 빠져 있어, 현재 설치된 화재수신반 프로그램으로는 아파트 모든 동의 17층 이상에서 화재가 발생할 경우 스프링클러를 동작시킬 수 없는 프로그램 상의 오류 때문으로 판단되었다.

본 수신기를 제작한 업체에서는 조사당시 현재 신규로 설치하는 수신기에 대해서는 업그레이드된 소프트웨어를 사용하고 있었고, 동 업그레이드된 소프트웨어를 사용하면 오류가 발생하지 않음을 확인하였다. 또한 동 회사제품의 동일 수신기는 같은 도시 몇몇 아파트에도 설치되었음을 확인하였고, 경찰 및 회사관계자에게 동일 버전의 소프트웨어가 설치된 아파트에 대해 소프트웨어를 수정 혹은 업그레이드할 것을 촉구하였다.

4. 결 론

현장조사 및 실험을 통해 화재 시에 스프링클러가 작동하지 않은 원인이 관리사무실에 위치한 수신기의 프로그램 결함에 있다는 것과 아파트 전(全) 동에도 동일한 프로그램 결함이 있다는 것을 밝혔다. 또한 복도에 설치된 경종 및 사이렌, 비상방송 등은 동작하지 않았으며, 동작하지 않은 이유는 관리사무소에 설치된 화재수신반의 모니터 상에서 이들과 관련된 동작 버튼을 OFF시켜 놓았기 때문으로 판단되었다.

화재 이전에 아파트 시공 직후나 평상시의 점검을 통해 17층 스프링클러의 미작동을 찾아낼 수 있음에도

불구하고 화재를 통해 드러날 때까지 아무도 몰랐다는 것은 명백한 인재(人災)라 할 수 있다. 이는 완공 후 감리업자에 의한 소방시설에 대한 감리결과 보고서 및 담당 소방서에서 발행한 소방시설완비확인서(완공 증명서 등)에 문제가 있음을 증명하는 것이다. 또한 매년 실시되는 아파트 방화책임자에 의한 정기점검에도 문제가 있음을 말해준다. 따라서 이번 화재사고로 드러난 프로그램 오류가 계속 방치되었을 경우 자칫 대형 인명사고로 번질 수도 있었으므로 소방시설의 설계, 제작, 점검, 유지보수 전(全) 단계에서 실질적인 검사가 행해져야 할 것이다.

참고문헌

1. 박남규, “화재현장으로 가는 길”, 한국화재조사학회, pp.63-64(2003).
2. 산업자원부 기술표준원, “스프링클러의 성능요건 및 시험방법(KS B ISO 6182-1), pp.17-23(2007).
3. 산업자원부 기술표준원, “준비작동형 건식경보밸브의 성능요건 및 시험방법(KS B ISO 6182-8), pp.12-19(2007).
4. 일본음사편집부, 이영실譯, “소방설비”, 성안당, pp.21-42(1998).
5. 공하성, “소방설비기사”, 성안당, pp.3-107(2007).
6. 소방편람편찬위원회, “소방편람(하)”, 기다리, pp.93-1120(1994).