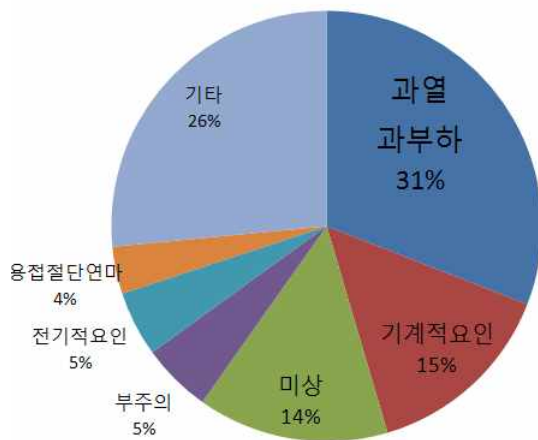


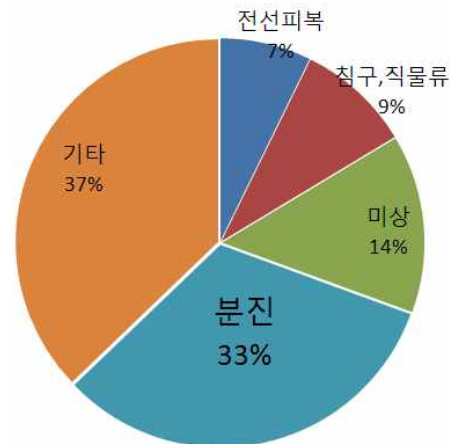
## 섬유공업의 화재사고 분석(2)

### ■ 화재사고 통계 현황

KFPA의 화재사고 DB를 이용해 2000년부터 2011년까지의 592건의 섬유관련 공장 화재를 분석한 결과 사고원인과 최초 발화물질의 화재현황은 다음과 같다.(그림 1, 그림 2 참조)



[그림 1] 섬유공장 화재원인



[그림 2] 섬유공장 화재의 원인이 된 최초발화물질

최초 발화물질별 사고빈도를 보면 분진이 최초 발화물이 된 경우가 18.4% 로 가장 많았고, 그 다음으로는 생산품이나 재료가 되는 침구, 직물류 등에 발화가 되는 경우였으며, 노후된 전기설비의 문제로 인한 전선 피복 등에 발화가 된 경우가 그 뒤를 이었다.

화재사고 원인의 경우 기계의 과열, 과부하로 인해 형성된 고온이 분진이나 직물재료 등을 발화시킨 경우가 약 31%로 가장 많았고, 기계적 요인, 부주의 등이 그 뒤를 이었다.

< 233호에 이어 >

■ 주요 화재사고 사례분석

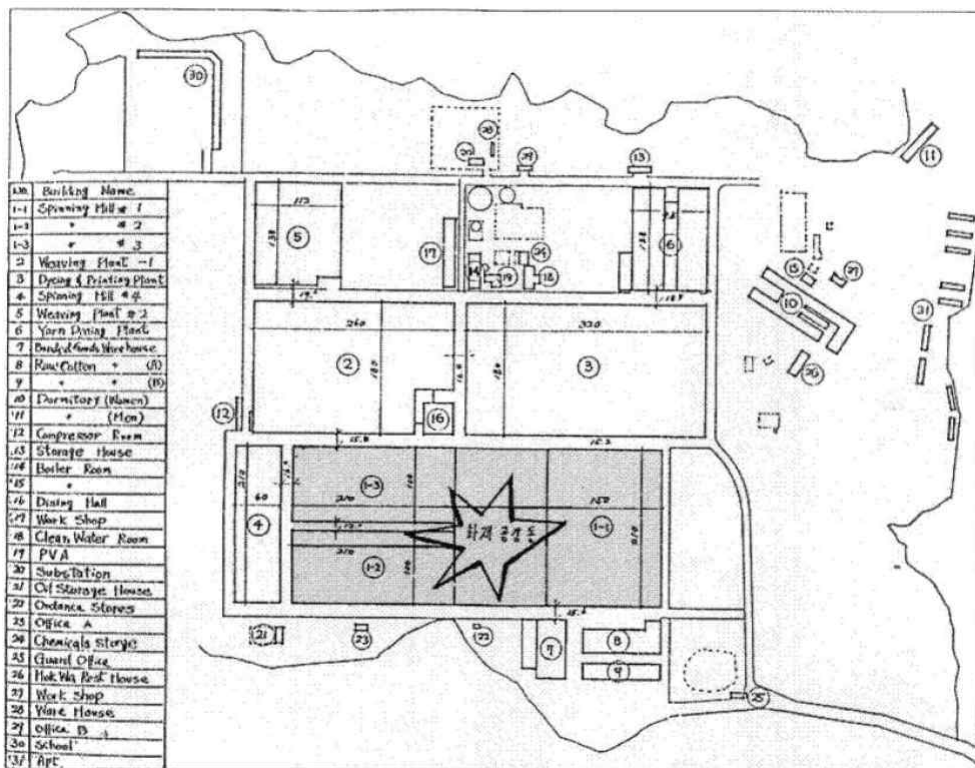
(화재사례 3) □□방적 화재(92년)

1. 일반사항

소재지 : 대전 유성구  
 사고일시 : 1992년 12월 11일 17:20  
 화재원인 : 전기 스파크에 의한 분진폭발  
 재산피해 : 약 700억원(추정)  
 인명피해 : 부상 10명

2. 공장 개요

이 공장은 면사와 면직물을 주로 생산하는 공장으로서 방적공장, 직포공장, 원면창고, 기숙사, 학교 등 총 31개의 건물이 있었고 연면적은 약 32만여㎡이며 2,500명의 종업원이 3교대 근무중이었다. 화재가 발생한 방적공장은 연면적 102,240㎡의 단층건물로서 혼타면, 소면, 연조, 정방 등의 일괄 생산시설을 갖춘 공장이었다.



공장동 건물배치도

### 3. 화재발생 및 연소확대

방적공장동에서는 섬유분진이 다수 발생하여 이로 인한 화재위험이 상존하고 있었다. 사후에 규명된 화재원인은 “전기 스파크에 의한 분진폭발”로 결론지어졌다.

화재는 천장에서 시작되어 천장과 지붕의 스티로폼, 노후된 합판 등 가연성 재료와 장시간 축적된 분진 등을 태우면서 확산되었다. 천장 속에서 먼저 발화된 화재는 연소되는 천장 지붕재가 낙하하면서 실내에도 화재를 확산시켰다.



[사진 1] 화재의 열로 인해 붕괴한 공장 남측 지붕틀

발화건물은 10만㎡가 넘는 대형건물이었음에도 방화구획이 거의 설치되지 않았고, 부분적으로 설치된 곳에서도 천장속의 구획상태가 불량하여 연소확대를 막지 못하였다.

소방대가 화재현장에 도착했을 때는 불길이 지붕위로 치솟아 오르면서 건물 전체로 확대되어 초기 진화는 불가능한 상태였다.

화재로 인해 발화건물(방적공장) 면적의 75%가 소실, 붕괴되었다. 붕괴되지 않은 부분은 가연성 천장재와 지붕재가 금속패널로 교체된 곳이었다고 소방대의 주수가 이루어진 부분이었다.



[사진 2] 최초로 연기냄새가 감지된 정방부의 소실 상태



[사진 3] 발화지점으로 추정되는 천장속의 소실모습

화재피해는 재조달가액 기준으로는 1,000억원을 훨씬 상회하였으며, 감가상각을 고려해도 건물, 기계, 동산을 합쳐 700억원이 넘는 것으로 조사되었다.



[사진 4] 화재피해를 입지 않은 동쪽 끝의 지붕(섬유분진이 쌓임)

## (화재사례 4) □□ 섬유공업 화재

### 1. 일반사항

소재지 : 서울특별시 동대문구

화재일시 : 1994년 8월 23일(화) 21시 24분경

화재장소 : 본 공장 창고에 접한 임대공장

재산피해 : (지급보험금: 약 6억 3천만원)

화재원인 : 담뱃불 또는 전기설비의 섬유분진 착화로 추정

### 2. 공장 개요

#### 2-1 일반사항

본 공장은 1961. 6월 현 위치에 설립되어 천연섬유, 합성섬유를 재단, 봉제하여 니트웨어 및 속옷을 생산하는 업체로서 1일 1,000매의 생산능력을 갖고 있다. 본 공장은 수년간 은행관리 상태에 있으며, 본공장동 5층 부분은 공실이며, 종업원은 약 150명이다. 본 공장 내에는 창고 부분에 면하여 우성섬유, 유형섬유, 태원직물 등 3개의 임대업체가 입주하고 있었으며, 우성섬유의 컴프레셔 근처에서 화재가 발생하였다. 공장 본 건물은 6차선 도로에 면하고 있으나 타 건물이 인접하고 있으며, 기타 방향은 주택과 3~4m 이격되어 있고 서측에는 주유소가 위치하고 있다. 진입도로는 폭 4m의 포장도로이나 교통의 원활한 소통이 어려운 지역이다.

## 2-2 건물현황

대지면적은 5,414㎡, 건물 연면적 합계는 8,643㎡로서 건물은 1동 (본공장동 : 6,437㎡), 2동 (임대공장동 : 3,346㎡), 3동(창고동 : 1,488㎡), 4동 (경계담 외부 창고 : 372㎡)으로 구성되어 있으나, 1동과 2동의 철근 콘크리트 슬라브 부분은 원사 및 제품창고인 3동과 상호연결되어 있다. 화재가 발생한 창고부분은 철골 및 목조 트러스 위 슬레이트 지붕 구조의 가건물로서 임대업체에서 일부를 사용하고 있었으며, 이들 임대업체의 일부 간막이 벽체가 가연성 합판으로 되어 있고, 타 건물과 인접되어 있다.

본 공장은 2동의 우성섬유와 유형섬유측과의 경계벽을 블록벽으로 조적한 것 외에는 방화구획이 불량한 상태로서 특히, 2동과 3동은 출입구 및 개구부가 직접 연결되어 있고, 연소성 및 화염 전파율이 높은 섬유류 취급장소로서 창고 내부의 형식적인 방화구획은 아무런 도움이 되지 못하였다.

## 2-3 소방시설 현황

본 공장에는 옥내·외소화전, 자동화재탐지설비가 설치되어 있었다. 옥내소화전은 1,2층각 3개소, 3,4,5층 각 2개소이며, 옥외소화전은 2개소에 설치되어 있었다.

또한, 자동화재탐지설비 수신기는 P형 1급으로 공장 입구 수위실에 설치되어 있으며, 발신기 수는 19개, 감지기 수는 차동식 336개, 정온식 14개, 연기식 2개가 설치되어 있다. 일부 유지관리 상태가 미흡하였으나 화재 당시 정상적으로 작동하였다. 그러나 자동화재탐지설비 경보기의 경우, 우성섬유 대표자와 종업원이 화염을 발견한 이후 작동하였고, 소화전은 초기 진화시기를 놓쳐 접근이 어려운 상황이었으며, 본 공장동 내의 소화전으로는 방수거리가 멀어 실질적인 도움이 되지 못하였다.

## 3. 화재 상황

소방서의 화재발생 접수 시간은 21시 26분, 발화시각은 21시 24분으로 되었다.

처음 화재를 발견한 우성섬유 대표자의 말에 의하면, 방글라데시 국적의 종업원 1명과 함께 야간작업을 하던 중, 원단을 가지러 갔다가 인접한 유형섬유에서 발생하는 섬유분진을 차단하기 위해 설치한 합판 간막이 상부 비닐부분을 통하여 빨간 불꽃이 솟는 것을 목격하였다고 한다. 이들이 주위에 비치된 분말소화기로 초기 진화를 시도하였으나 불은 급격하게 타올라 진화를 포기하

였으며, 동시에 유형섬유층에서도 2대의 소화기로 진화하려 하였으나 실패하였다고 한다. 곧이어 경보기가 작동하였으며 본공장 내 수위실에서도 경보와 함께 연기를 목격하였다고 한다. 이후 주위가 소란해지고 인접 주민이 화재 사실을 인지하여 소방서에 신고한 것으로 추측된다. 따라서 최초 발화 시간은 그보다 빨랐을 것으로 생각된다. 또한 초기소화가 실패한 이후에 화염이 섬유류 등에 옮겨 붙으면서 순식간에 화재가 확장되어 접근이 불가능하였다고 한다.

불이 P섬유층 원단과 제품으로 확산되고 반대방향의 임대공장 작업장(2층 Slab)출입구와 창문 등의 개구부를 통하여 확산되어 2층에 가득 저장된 원단이 타버려 엄청난 손실을 초래하였다. 화재 원인은 계속 조사 중에 있으나, 화재 당시 작업 중이던 유형섬유 근로자 3명(인도네시아인)이 발화 초기에 건물 밖으로 뛰어나가는 것을 목격한 사람이 있으며, 이들이 행방이 현재까지 알려지지 않아 이들 외국인 근로자들의 흡연에 의한 발화로 추정하고 있다. 그러나 이들이 단지 불법 체류자들이기 때문에 행방을 감춘 것이라면 다음과 같이 추정 될 수 있다. 즉, 화재가 발생한 지점은 유형섬유 컴프레서 및 환기구가 설치된 장소이며, 컴프레서를 경계로 하여 합판과 비닐로 칸막이한 상부에서 화재가 발견된 점으로 미루어, 평소 섬유 분진의 발생이 많았던 유성 섬유 층의 전기설비 스파크 등에 의해 발화되어 비닐에 옮겨 붙은 것으로도 추측할 수 있다.

또한, 처음 화재를 목격한 지점으로부터 내부는 피해가 거의 없으며, 외측으로만 화재가 진행된 것으로 보아 최초 목격 지점이 발화 지점으로 판단된다.

#### 4. 진화 활동

관할 소방서의 33대의 소방차와 120여명의 소방요원과 경찰이 출동하여 진화 작업과 주위 정리에 힘썼다. 소방대가 본공장에 도착하였을 때는 이미 화염이 거세어 창고에 대한 진화가 어려운 상황이었으며, 제품이 타면서 내뿜는 연기 때문에 연소확대방지에 주력할 수밖에 없었다. 또한, 공장 주위의 도로가 협소하고 접근이 용이치 못하여 진화에 어려움이 컸다. 소방대의 진압 방향은 본공장동과 인접 주유소 등으로 화염의 전파 방지에 주력함으로써 창고 부분은 전소되었으나 기타 부분의 피해는 거의 없었다. 소방대의 초기진압은 출동 후 1시간 정도가 경과된 22시 33분에 이루어졌으며, 최종 철수는 익일 03시 10분에 이루어졌다



[사진 1] 고열로 지붕이 붕괴된 모습

## 5. 피해상황

본공장의 화재는 야간에 발생하여 작업자가 적었으며, 또한 1층에서 발화되어 피난이 용이하여 인명피해는 없었다. 물적 피해는 소방서에서는 7천만 원으로 추정, 발표하였으나 손해보험회사의 손해사정 중간 집계에 의하면, 예상 피해액은 동산 24억원, 건물, 기계 2억 5천만 원으로 총 26억 5천만 원으로 보고 있으나, 본 화재로 인한 지급보험금은 약 6억 3천 250만원으로 파악되었다. 손해의 상당 부분은 원단의 손실로 파악되고 있으며 기계 등의 손해는 상대적으로 적었다.

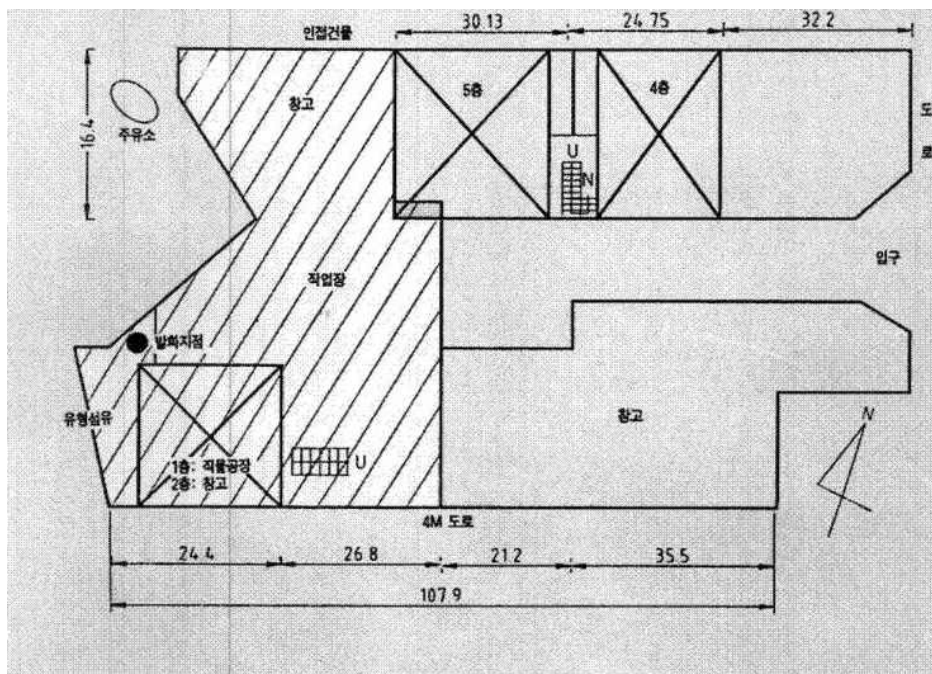
## 6. 문제점

철근콘크리트 슬라브 구조인 본공장과 임대공장 부지에 철골 슬레이트 창고 부분을 연결하여 가건물을 건축함으로써 전체 공장이 미구획 상태였다. 특



히, 창고는 화재하중이 높은 석유류 등을 보관하고 있었음에도 전체적으로 구획상태가 불량하였으며, 일부 조적조 간막이벽이 있었으나 상부까지 축조가 되지 못하여 연소방지에 도움이 되지 못하였다.

화재발생 지점인 유형석유 작업장 부분은 전소한 우성석유측과의 경계벽을 천장 상부까지 블록으로 축조하여 거의 피해가 없었던 것과는 대조를 이루었다.



(공장배치도)

공장배치도

### 6-1 방화관리

본 공장은 당시 은행 관리 업체로서 종업원 전체에 대한 안전교육이 미흡하였으며, 본공장에 입주한 3개 임대공장과의 유기적 방화관리 체계가 전무한 상태였다. 특히, 이들 영세 임대공장들은 언어와 풍습이 다른 외국인인을 고용하고 있어 공장 내부에의 담뱃불 관리, 소화기 사용방법 등 평소에 반복 교육이 이루어졌어야 함에도 화재예방과 관련한 교육은 이루어지지 못한 상태였다.

또한, 건물 내부에 임의로 설치한 가연성 간막이로 인해 화재의 확산이 빠르게 진행되어 초기소화에 실패함으로써 막대한 손해를 입게 되었다.

## 6-2 공장 배치

본 공장은 1961년 신축한 이후 크고 작은 보수가 있었으며, 한정된 대지에 창고를 증축하여 여러 동이 상호 연결되고 창고 내부 역시 방화구획이 어려운 상황이었다. 따라서 신.증축 시에 최소한의 방화대책은 수립되어야 함에도 작업공간 확보에만 급급하여 방재에 대해서는 거의 고려되지 않은 상태였다.



[사진 2] 창고 내 조적조 벽체가 있었으나 상부 미구획으로 전소

## (화재사례 5) □□ 합섬 공장 화재

### 1. 일반사항

소재지 : 대구시 북구

화재일시 : 2007년 9월 15일 17시 53분경

화재장소 : 제품 작업장 및 원료·제품 창고 안의 부직포 보관실이 발화장소로 추정

재산피해 : 40억원(소방서 추정), 100억원(피해자 추정)

화재원인 : 전기합선 추정(경찰)

### 2. 공장 개요

## 2-1 건물현황

공장동, 사무실동, 강당, 정문 및 후문 수위실 등 5개동으로 구성되고, 연면적 합계는 15,615㎡이다. 공장동은 2003년 화재로 전소되어 2005년 1월에 철골조 철골지붕틀 위 샌드위치패널 구조의 단층으로 13,048㎡을 새로 건축하였으며, 이 중 소방펌프실, 탁구장, 용기보관실 등 606㎡은 벽돌조 슬라브 구조로 하였다.

본 공장동은 원재료인 폴리에스터 및 폴리프로필렌 칩을 저장하는 원료창고, 부직포를 생산하는 생산설비 1, 2라인과 완제품을 저장하는 제품창고로 구성되어 있다.

## 2-2 소방시설 현황

자동화재탐지설비는 화재 당시에 지구음향장치가 경보된 것으로 공장 관계자가 진술하였다. 소화기가 설치되어 있었고, 옥내·외소화전설비는 소화전 앞에 장애물 등 일부 관리상태가 미흡함에도 작동 상 이상이 없는 것으로 평가했으나, 현장에서는 화재초기에 급격한 연소확대 등에 따라 작업자가 활용하지 않은 것으로 알려졌다.



[사진 1] 용기보관실에 있던 미사용 소화기

## 3. 화재 상황

화재는 토요일 오후 6시경으로 작업을 종료하는 시점에서 발생하여 공장 내 근무자가 많지 않았고 최초 발화지점으로 추정되는 제품창고가 잠겨있어 발화지점을 확인하지 못했다고 한다. 경찰 및 소방당국은 화재 당시 원료창고에 사람과 공정시설이 없던 점을 미루어 전기합선 또는 방화 가능성 등에 대하

여 폭넓게 수사를 진행 중이나 건물 전체가 전소되어 정확한 화재원인을 찾기가 쉽지 않았다.

소방관계자에 의하면 최초 발화 후 공장 측에서 화재확인을 위해 10여분을 지연한 후 화재를 신고하여 현장에 도착 시에는 이미 불길이 30~50m까지 치솟았다고 한다. 한편, 부직포 창고에서 불길이 솟는 것을 목격했다는 주민의 진술과 부직포 보관실에서 자동화재탐지설비의 지구음향장치가 울리고, 뒤이어 정전이 되어 대피한 후 신고했다는 공장 관계자의 진술이 일치하고, 현장 조사 시 샌드위치패널의 백화현상 및 철골기둥의 소실정도가 주변 장소보다 심한 점을 고려할 때 제품창고의 부직포 보관실이 최초 발화지점인 것으로 추정된다.

공장동은 벽체를 1시간 내화 패널, 방화문 및 방화셔터를 사용하여 14개 구역으로 방화구획하였으나 가연성이 높은 부직포 600여 톤, 폴리프로필렌과 아크릴 원사 등 1,000여 톤이 보관되어 있어 급격한 연소와 함께 전 공장으로 연소 확대가 이루어진 것으로 판단된다.

#### 4. 진화 활동

공장에는 옥내소화전 5개, 옥외소화전 8개, 축압식 분말소화기 60여개가 설치되어 있었으나 급속한 연소 확대 등으로 인하여 화재초기에 대응하지 못한 것으로 보이며, 대구소방본부와 북부소방서 등에서 소방차 84대와 소방관 313명을 투입하여 화재발생 후 6시간 30분만인 16일 0시 20분쯤 큰 불길은 잡았고 18일 오전 10시가 되어서야 잔화가 완전 정리되었다.



[사진 2] 발화 추정지점

## 5. 피해상황

다행히 퇴근 무렵에 화재가 발생되어 공장에 작업자가 적었고, 화재 후 정전이 되자 작업자는 신속하게 대피하여 인명피해가 없었다. 회사 측은 공장동 건물 전소와 부직포 완제품 600여톤, 폴리프로필렌 등 원사 및 원료 1,000톤, 제조설비가 모두 불에 타 100억원 정도의 피해가 발생한 것으로 추정하고 있다.



[사진 3] 제품창고 라인 피해 현장



[사진 4] SB 생산설비 2 라인 피해 현장

## 6. 문제점

정확한 화재원인은 밝혀지지 않았으나 섬유공장의 일반적인 위험과 연소 확대로 인해 피해가 증가하게 된 이유는 다음과 같다.

## 6-1 건물 구조 및 방화구획

본 공장동의 주요구조부는 1시간 내화성능을 갖도록 설계되어 나철골 기둥 및 보에는 내화페인트로 피복이 되고, 벽체와 지붕은 유리섬유가 심재로 들어간 샌드위치패널로 시공되었다고 보고되고 있으나, 보관 및 취급되는 원자재와 완제품의 양에 비하여 내화성능이 미흡하였다. 또한 샌드위치패널 벽체와 내화페인트가 칠해진 철골 기둥 및 보는 일정한 내화성능을 갖는다고 하더라도 차열성능이 미흡하여 열전도에 의해서 연소 확대될 수 있으므로 섬유공장의 주요 구조부는 차열성능이 우수한 내화재료로 설계 및 시공하는 것이 바람직하다.

또한 방화구획이 설정되어 있어도 방화문이나 방화셔터에 틈새가 있다면 연소 확대를 방지할 수 없으므로 항상 본래의 성능을 갖도록 유지관리가 되어야 한다.

## 6-2 스프링클러설비

섬유공장은 원사 등의 원자재나 완성품인 부직포가 쉽게 착화된 후 급격하게 화재가 확대되고, 다량의 연기를 발생하는 특성이 있어 화재 초기에 적절하게 대응하지 못하면 진화에 실패할 확률이 매우 높다. 따라서 옥내·외소화전설비와 같은 수동식 소화설비는 활용이 제한적일 수밖에 없기 때문에 스프링클러설비와 같은 자동식 소화설비의 설치가 요구된다.

본 사업장은 2003년 12월에도 화재가 발생하여 본 공장동이 현재와 같이 전소된 바 있으므로 비록 법정 설치대상이 아니더라도 과거의 경험을 바탕으로 스프링클러설비를 설치하였다면 피해를 줄일 수 있었을 것이다.

한편, 부직포 600톤, 원사 1,000톤을 공장 내에 보관 및 취급했다면 ‘소방시설설치유지및안전관리에관한법률’ 시행령 별표4에 따라 특수가연물을 지정수량(사류 : 1,000kg)보다 1,000배 이상 저장 및 취급한 것으로 볼 수 있기 때문에 스프링클러설비를 설치하여야 한다.

## 6-3 화재 초기 시 대응

특수가연물을 저장 및 취급하는 섬유공장은 화재감지, 화재통보 및 신고, 소화작업 및 피난활동이 신속하게 이루어질 수 있도록 평상시 지속적인 훈련과 교육이 이루어져야 한다.

※ 흑백 인쇄로 인하여 잘 보이지 않는 도표는 협회 홈페이지(kfpa.or.kr)에 로그인 후 지식창고 - 발간자료 - 위험관리정보에서 PDF로 확인 가능합니다.