

화재 확산방지 성능을 갖는 Cable Tray 및 이를 위한 열발포 소화성 방화 격벽 적용

글 _ 이규복 | (주)기술사사무소 금풍엔지니어링 대표/건축전기설비기술사
업무열 | (주)성실엔지니어링 대표이사

1. 서론

우리나라의 화재사고 중에서 전력설비에서 발생하는 화재건수는 대략 전체 화재사고의 34%를 차지하고 있다. 이중 전력 Cable의 과부하나 누전 등으로 인해서 발생하는 화재가 빈번하여 전력공급설비 및 건축물의 소방방재분야에서도 많은 대책이 요구되고 있다.

전기로 인해서 발생하는 화재의 주원인을 분석하면 전선 Cable의 합선이나 과부하로 인한 과전류, 전선의 눌림(압력)으로 인한 Cable 손상, 전선의 당김(장력)등으로 인한 배선의 누전 및 지락에 의한 과전류와 접촉 불량에 의한 스파크 및 아크 발생 등으로 화재가 발생하게 된다. 전선에 화재가 발생하면 가연성 소재인 전선피복의 고분자물질이 연소되면서 화염이 확산되고 고열이 주변으로 전도되어 화재의 확산을 가속화 시키게 된다. 따라서 이러한 화재의 발생과 확산 메카니즘을 사전에 차단하여 화재로 인한 손실을 최소화할 수 있는 대비책이 강구되어야만 한다.

모든 화재가 많은 인명피해와 국가경제에 손실을 가져오는데, 특히 전기화재로 인한 피해는 개인 특히 산업체의 물질적 재산에 상당한 피해와 국가경쟁력을 약화시키는 요인으로 근본적인 전기화재의 확산 방지대책이 요구되고 있는 실정이다. 최근에 전기화재의 확산방지 기능을 갖는 방화격벽이 설

치된 Cable 트레이 시스템 이 기업의 연구진에 의하여 개발되어 크게 주목받고 있다. 본 개발제품은 전선 및 Cable의 전기 과부하, 아크, 스파크로 인한 화재 발생 시 화재 확산을 미연에 방지함으로써 국가 전력산업기술의 선진화와 산업체의 재산, 생산설비 및 기기의 보전에 큰 역할이 기대되고 있다. 아직 국내 소방방재분야의 관련 법규와 기준이 빈약하고 제대로 시행이 있지 않아 전기화재 위험은 가정이나, 산업체 그리고 주요시설물에 항상 내재되어 있는 실정이다. 본고에서는 전기화재의 현황과 그 방제대책을 위한 최적의 방안과 그 효과를 다루고자 한다.

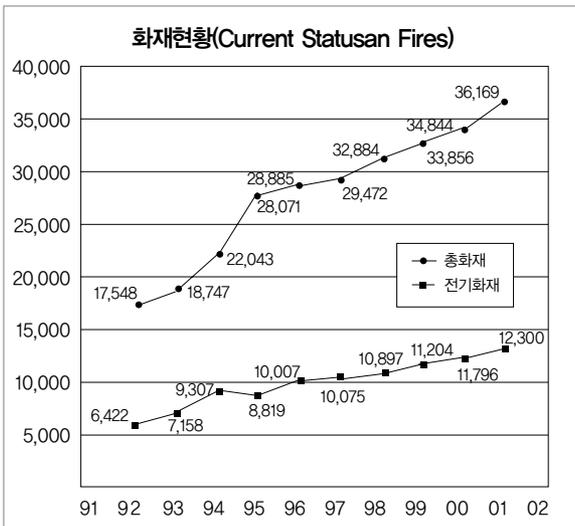
2. 전기화재 현황

2.1 우리나라의 전기화재발생의 추이

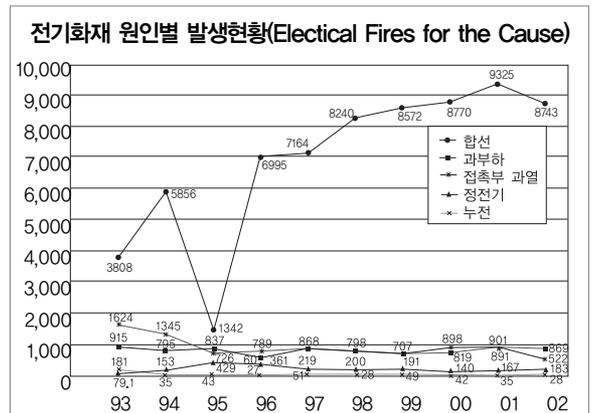
1993년부터 2002년까지의 전기화재 발생현황은 아래 그림에서 보여주는 바와 같이 발생건수는 1993년의 7,153건과 비교하여 2002년에는 약 1.6배 증가한 11,202건으로 나타났으며, 전체 화재 발생사건에서 전기화재로 인한 사건점유율 측면에서 보면 1993년의 38.2%에서 2002년에 34%로 대략 4.2% 정도 감소하였음을 알 수 있다.

【표 1】 국내 총 화재사고 발생증 전기화재의 점유율

연도	구분	총 화재	전기화재	점유율(%)	인명피해(명) -사망/부상	재산피해 (백만원)
1993		18,747	7,153	38.2	93/218	20,135
1994		22,043	8,619	39.1	121/258	31,395
1995		26,071	9,307	35.7	78/298	39,209
1996		28,655	10,007	34.9	105/327	51,321
1997		29,472	10,075	34.2	75/273	52,628
1998		32,664	10,897	33.4	88/362	57,647
1999		33,856	11,204	33.1	59/301	54,673
2000		34,844	11,796	33.9	73/389	58,985
2001		36,169	12,300	34.0	77/381	67,856
2002		32,996	11,202	34.0	87/375	57,958



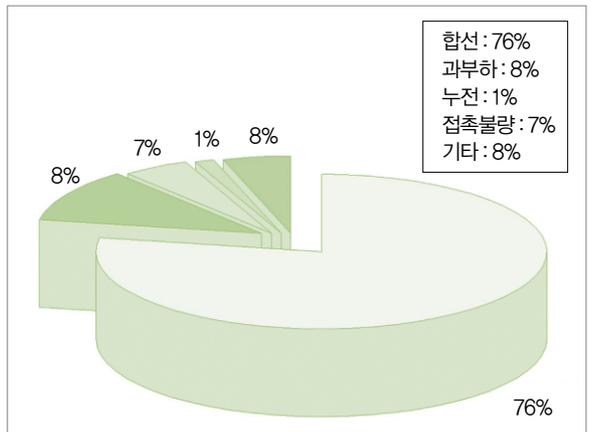
【그림 1】 국내 화재사고발생 현황



【그림 2】 전기화재 원인별 발생 현황

2.2 2002년도 화재사고의 원인별 현황

국내에서 발생되었던 화재를 원인별로 분류해 보면 전기로 인한 화재의 점유율이 34.0%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 담뱃불로 인한 화재가 8.4%를 점유한 것으로 나타났다. 화재 원인을 전년도와 비교하면 방화에 의해서 발생한 화재만 2.5% 증가하고, 다른 원인에 의해서 발생한 화재는 감소하였음을 알 수 있다.



【그림 3】 전기화재 원인별 현황

【표 2】 전기화재의 연도별 발생 원인별 현황

연도	원인	계	합선	과부하	접촉부 과열	정전기	누전 (절연불량)	기타
1993		7,153	3,808	915	181	79	1,624	546
1994		8,619	5,856	795	153	35	1,345	435
1995		9,307	1,342	837	429	43	726	5,930
1996		10,007	6,995	601	361	27	789	1,234
1997		10,075	7,164	880	219	51	868	893
1998		10,897	8,240	793	200	28	792	844
1999		11,204	8,572	767	191	49	792	828
2000		11,796	8,770	880	140	42	815	1,149
2001		12,300	9,325	961	167	35	897	915
2002		11,202	8,743	869	183	28	522	857

【표 3】 전기화재로 인한 피해 현황

발생 지역	발생년도	피해규모	비 고
한국통신 강화지점	01. 12. 26	강화군 전역 유무선 통신 불통	전기합선
명동 지하전력구 맨홀	01. 12. 03	케이블 채널 방송중단, 통신 마비	스파크
C 보안업체 사옥지하	01. 11. 30	금융전산 마비, 경비장치 불통	전기합선
여의도 지하 공동구	00. 02. 18	금융전산 마비, 통신 두절	스파크
인천 호프집	99. 10. 31	54명 사망, 80명 중경상	스파크
씨랜드 유치원	99. 06. 30	23명 사망	누전

【표 4】 내화재료의 원재료 구성비

원 재료	배합비 (%)	특 성
발 포 제	20	탄산칼륨(1)과 암모늄폴리포스페이트(축합 인산염(3))등을 니트로, 셀룰로즈 수지로 표면 개질시켜 제조한 고온무기발포제
충 진 제	25	수산화 알루미늄과 수산화 마그네슘 및 인산암모늄(DAP)이 혼합된 무기충진제(고 온에서 발포 char의 형성을 촉진하며, 흡열반응에 대한 내열성)
바이온 계면활성제 (유연,가소제)	5	틸렌옥사이드가 부가된 바이온계 계면활 성제와 유기가소제를 이용하여 도료막의 유연성과 피막 팽윤성을 증대
수용성바인더	30	수용성 멜라민수지와 아크릴 아세테이트 수지혼합액을 사용하여 부직포 표면의 도막 부착성을 증대
수용성 용매	20	물과 카복시메틸 셀룰로즈(CMC)등을 사용하여 도료의 점도 조절
계	100	-
글라스 화이버	-	내열성 소재로 내화재료의 인장강도, 피막강도를 보강
부 직 포	-	방화격벽 성형재료

3. 전기화재의 확산방지기술 내용

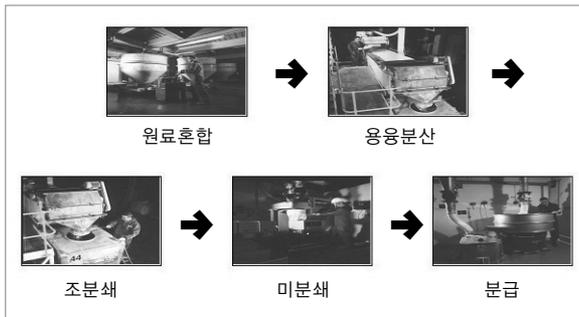
3.1 열 발포성 내화재료 (SSFP-201KST)

탄산칼륨과 암모늄 폴리포스페이트 (축합인산염)와 같은 무기 난연혼합물을 아미노계 혹은 셀룰로오스계 수지로 표면개질 시킨 무기 발포제와 수용성 바인더, 유연제, 충진제등을 이용하여 「열 발포성 내화재료(SSFP-201KST)」를 연구, 개발하였다. 개발된 내화재료는 고온에서 30배이상 발포되어 표면에 다공성 탄화층을 형성시켜 화재발생시 불연성 탄화층에 의한 열차폐(Insulation) 효과와 열전도 및 확산을 방지하며, 가연성 가스와 산소의 이동을 차단하여 주변으로 화염의 확산 및 전이를 방지하는 기능을 지니고 있어 전기화재의 발생과 확산을 방지하는 기능이 우수하다.

【표 5】 기존 난연재료와 내화재료의 비교

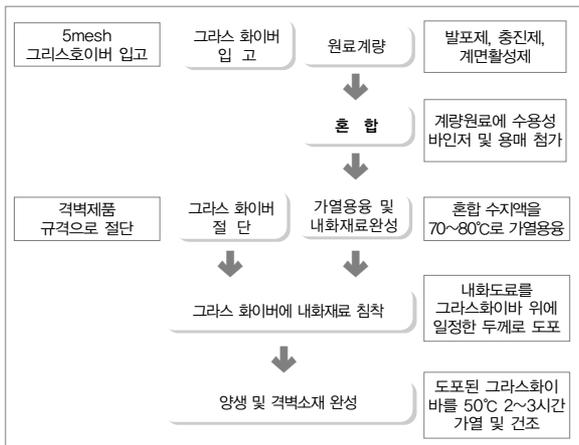
기존재료
알루미늄 파우더계 분체물질
<ul style="list-style-type: none"> - 발포배율이 10~20배 전후 - 탄화층의 강도부족으로 탄화층이 쉽게 파손되어 가루날림으로 환경오염 유발
↓
개발 재료 (SSFP-201KST)
<p>탄산염과 축합인산염등을 아미노 및 세룰로즈수지로 표면 개질시켜 무기발포제를 제조하고 수용성바인더, 유연제, 충전제 등을 사용하여 방화격벽용 내화재료 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 발포배율이 30~50 배이상으로 발포되므로 격벽의 표면에 두꺼운 다공성 탄화층을 형성, 열 및 가연성가스를 차단하여 화염의 확산을 방지 - 생성된 탄화층이 단단하여 화재발생시 가루날림에 의한 주위 환경오염방지

3.2 내화재료의 제조과정



【그림 4】 내화재료 원료 혼합 공정

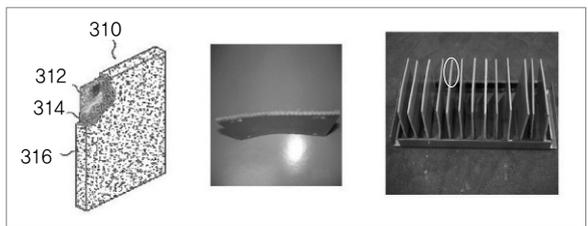
3.3 방화격벽 소재의 생산공정



【그림 5】 방화격벽 소재의 생산 공정도

4. 화재 확산방지 및 열발포성 내화재를 이용한 차폐형 방화격벽 개발

고온 무기발포제를 사용하여 수용성수지와 유연제, 충전제 등을 혼합하여 고온 발포성 내화재료를 개발하여 고온발포성 내화재료를 글라스 화이버와 부직포 표면에 도포하여 화재 확산 방화격벽 소재와 지지대를 결합하여 전기에 의한 화재 발생 시 화염을 차단하는 기능을 지닌 차폐형 방화격벽을 아래 사진 관같이 개발을 하였다.



【그림 6】 방화격벽 제작 실물사진

4.1 방화격벽의 특성과 기능

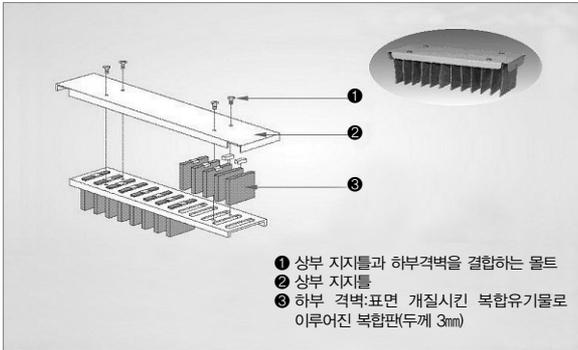
【표 5】 방화격벽의 특성 및 기능

내화재의 특징	화재확산 차폐효과
1. 다공성 char에 의한 Insulation효과	화재발생시 방화격벽 표면이 30배이상 팽창 발포되므로 가연성 케이블의 표면을 차폐화(insulation)시키며 화염의 확산을 차단시킴
2. 격벽 재료의 흡열 및 잠열효과에 의한 energy coupling	내화도료의 금속수산화물, 인산염의 흡열 반응과 증발잠열을 이용한 반응열 흡수 기능이 탁월함
3. 산소및 연소가스의 차단효과	화재시 두꺼운 발포탄화(char)층을 형성시켜 가연성 축진 물질인 탄화수소가스와 산소 전달을 차폐시켜 연속연소반응을 차단
4. 탄화발포층 강도증가로 화재시와 진화시 원형 유지 및 날림 현상 감소	화재후 단단한 다공성 탄화층이 형성되어 탄화층 탄소분의 날림현상을 방지하여 주변오염 방지
5. 유연한 방화격벽 구조로 케이블 규격에 관계없이 설치	유연한 판형 방화격벽으로 다양한 크기의 케이블 및 케이블 다층 상태에서 간편히 케이블 사이에 설치



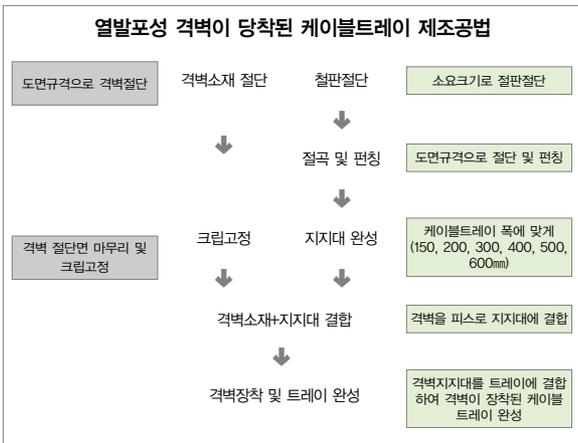
【그림 7】 국내 개발품과 외산 비교 사진

4.3 Cable Tray용 방화격벽구조

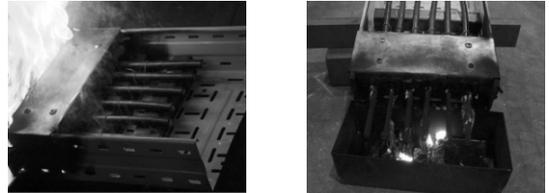


【그림 8】 Cable Tray에 방화격벽 설치구성도

4.4 열발포성 격벽이 장착된 Cable Tray System 제조공정



(a) 화재발생 시 (b) 30배 이상 발포 (c) 발포 탄화층 형성

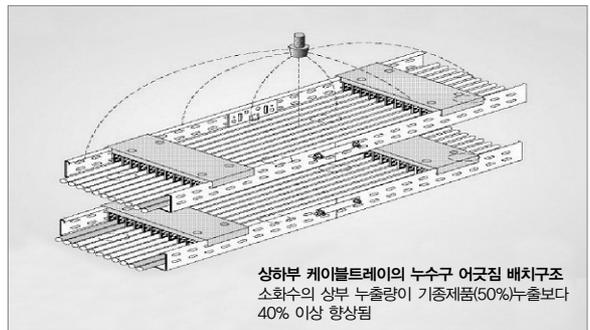


(d) 화재발생 시 화염차단상태 (e) 화재 발생 30분 후 소화 상태

【그림 9】 격벽소재의 발포현상 및 Cable 방염시험 사진

4.5 소화 누출수 확산형 Cable Tray 시스템 개발

Cable Tray 하부 누수구 절곡 마감부를 하향화하고 Tray에 중공부를 어긋지게 교차 배치하여 화재시 상부 스프링클러 누출수가 상부트레이를 통과하여 하부로 누수시 화재부위의 확산이 가능하도록 중공부를 격자형으로 설계한 Cable Tray 시스템을 개발하였다.



【그림 8】 Cable Tray에 방화격벽 설치구성도