

화재경보설비의 생존성

Survivability of Fire Alarm Systems

화재경보와 비상방송설비 (Fire alarm and voice evacuation systems)는 최초 대응자(소방관 또는 경찰관)가 긴급 상황에서 건물의 거주자와 의사소통하기 위한 가장 중요한 수단이다. 소방서는 긴급 상황에서 거주자를 가장 안전한 장소로 인도하기 위해 비상방송설비를 사용한다. 비상방송설비는 폭발물 위험, 기상 재난위험, 그리고 다른 극한 상황을 포함한 여러 긴급 상황에서 건물의 거주자에게 경각심을 고취시키기 위해 점차 사용이 증가되고 있다. 이러한 설비가 화재나 충돌에 쉽게 손상된다면, 이들 설비의 생존성(survivability)은 매우 감소된다. 그렇다면, 화재경보와 비상방송설비가 긴급 상황 시 작동 가능한 상태로 유지할 수 있으리라는 것을 어떻게 확신할 수 있을까?

이 글에서는 생존성에 대해 정의를 내릴 것이며, NFPA 72 코드의 요구사항을 간략히 설명할 것이다. 고도의 생존성을 가진 화재경보설비가 제 기능을 발휘하는데 필요한 주요 고려사항을 기술하기 위한 사례연구를 소개한다. 이 글은 생존성을 실행하기 위한 주요 고려사항에 대해서 설명함으로써 기술자, 소유주, 그리고 화재경보설비의 설계자에게 유익한 정보를 주고자 한다.

생존성이란 무엇인가?

생존성(survivability)이란, 건물 내 피난이 완료되고 소방대가 완전히 상황을 통제할 수 있을 때까지 충분한 시간동안 음향(음성 및 신호) 및 시각 경보를 제공할 수 있는 화재경보설비의 능력을 말한다(*Gagnon 및 Kirby*). NFPA 72 (화재경보코드)에서는 특정 지역에서의 화재는 다른 지역을 위한 시스템을 무력화시키지 않아야 한다는 의미로 주로 사용된다. 본고에서는 이 용어의 의미를 확장시켜 긴급 상황 시 동작을 유지하기 위한 화재경보설비와 비상방송설비의 전반적인 능력으로 설명하고자 한다.

일반적으로 시스템의 생존성을 높이는 것은 시스템의 비용 또한 상승시킨다. 본고에서 논의된 대책 중의 일부는 코드에서 요구하는 것일 수도 있지만, 대부분의 것들은 그렇지 않다. NFPA 72와 빌딩 코드(Building codes)에서는 최소한의 안전 요구사항을 기술하고 있다. 코드 요구사항은 생존성의 측면에서 개인 고객들의 필요사항을 만족시키지 못한다. 예를 들면, 매우 중요한 정부 소유의 초고층건물에 대한 고객의 생존성 요구사항은 아파트 건물에 대한 것과 다를 수 있다.

코드 요구사항

우선 NFPA 72, National Fire Alarm Code(화재경보코드)에 기술되어 있는 생존성 요구사항에 대하여 간략히 논의해 보도록 한다. NFPA 72의 6.9.10.4 이하에서 전반적인 생존성 요구사항을 발견할 수 있다. 이러한 요구사항은 음향 및 시각 경보에 적용할 수 있으며, 다음과 같은 사항을 포함하고 있다.

1. 부분 피난/재배치를 위해서 사용되는 화재경보설비는 피난구역 내부의 화재가 피난구역 외부의 화재경보설비의 작동에 지장을 주지 않도록 설계되어야 한다. 이러한 설계의 좋은 실례는 고층 건물 내 하나의 층에서 경보설비회로를 소실(消失)시키는 화재가 발생하더라도 다른 층에서의 화재경보설비의 작동이 정상적으로 이루어지도록 하는 것이다.
2. 경보장치회로는 이들 회로가 설치되어 있는 해당 구역 안으로 들어갈 때까지는 보호되어야 한다. 다섯 가지의 보호사항은 NFPA 72에 기술되어 있으며, 내화성능(기계적인 보호가 아닌)에 초점을 맞추고 있다. 이것은 또한 위에서 언급한 요구사항을 충족시키는데 도움을 준다.
3. 비상 음성/경보 제어장치를 설치장소별로 분리시켜 설치하기 때문에 한 지점의 설비가 다른 지점의 설비에 종속되어 제어되는 경우, 종속제어장치간의 회로는 NFPA 72에 기술되어 있는 방법 중의 하나를 이용하여 화재에 의한 피해로부터 보호되어야 한다.

NFPA 72에서는 내화구조로 회로를 보호하거나 또는 내화케이블을 이용하는 데에 초점을 맞추는 경향이 있다. 본고에서는 전반적인 설비 구조, 물리적 보호, 그리고 회로 구성에 대해서 언급할 것이다.

생존성에 대한 기술적 접근

여기에서는 고도의 생존가능설비를 구현하는 핵심적인 요소를 설명하기 위해 사례 연구를 이용할 것이다. 여기에서 구현되어진 해결책은 구현되는 설비의 성능과 특징에 따라 달라지며, 이러한 특징은 대부분의 주요 설비 제조자들이 공통적인 기준으로 사용하는 것들이다.

사례연구 배경

우리의 사례연구는 주요 기능을 하는 정부 소유의 고층건물에 초점을 맞출 것이다. 이들 기능에는 법원, 변호사사무실, 세무서, 그리고 정부기관을 포함한다. 9/11 참사 이후 화재경보 및 비상방송설비의 생존성에 대한 중요성이 더욱 부각되었다.

시설물은 높이가 16층인 콘크리트구조이다. 건물규정에서는 화재경보 및 비상방송설비를 요구하고 있다. 건물 소유주는 폭발물 위험, 기후재난 등을 포함한 여러 긴급 상황 시에 거

주자들에게 경보를 발하기 위해서 비상방송설비를 사용할 것이다. 이 시설물에 설치되어 있는 기능의 중요성을 고려할 때 긴급 상황 시 이들 설비가 기능을 유지하는 것이 중요하다. 설계에 대한 고객의 요구사항은 다음과 같다.

1. 설비는 충격에 잘 견디어야 한다.
2. NFPA 72의 생존성 요구사항이 이행되어야 한다.
3. 한 개의 경보기구회로(notification appliance circuit; NAC)의 고장이 피난구역 내에 있는 경보설비의 전체의 고장으로 발전해서는 안 된다. 바꾸어 말하면, 하나의 경보기구회로가 고장 나더라도 경보설비는 주어진 피난구역 내에서 계속해서 정상 작동상태에 있어야 한다.
4. 피난신호설비에서는 어느 한 부분에서 고장이 발생하더라도 전체 설비가 작동하지 않는 부분이 있어서는 안 된다. 예를 들면, 화재경보제어반(fire alarm control unit; FACU; 수신기)에서 고장이 발생하여도 몇몇 음성전송설비는 계속해서 정상 작동상태에 있어야 한다.
5. 건물 내 한 지역에서 발생한 사고로 설비의 고장이 야기되지 않아야 한다.

설비 구조 (System Architecture)

설비 구조란 화재경보설비의 주요 구성요소와 네트워크에 대한 기초적인 배치를 의미한다. 여기에서 논의된 구성요소는 FACU(화재경보제어반), 비상방송설비앰프, 그리고 보조경보기구회로(SNAC) 제어반을 포함한다. 화재경보설비의 생존성은 이들 구성요소를 해당 시설 전체에 회로 분배함으로써 향상시킬 수 있다.

먼저 FACU를 고찰하여 보면, 보통의 화재경보설비는 하나의 FACU으로 구현되어 있다. 이것은 중앙 집중적인 접근방법, 즉 비-분산구조 접근방식이다. 불행하게도 FACU의 고장은 전체 설비 고장의 원인이 될 것이다. 이것은 설비와 관련하여 어느 한 부분에서 고장이 발생하면 전체 설비가 작동하지 않는다는 것을 의미한다. 대부분의 주요 FACU 제조사는 네트워크로 서로 연결할 수 있는 제어반을 생산하고 있다. 설계자들은 서로 연동할 수 있는 다중제어반을 사용한다. 네트워크로 연결되어 있는 FACU를 사용함으로써 설계자가 건물 전체에 걸쳐서 FACU 작동을 분산시킬 수 있다. 보통 이것은 중앙 FACU와 시설의 다른 지역에 설치되어 있는 여러 대의 소규모 분산 FACU를 사용하여 실현된다. 하나의 FACU에서 고장이 발생하거나 네트워크가 고장이 나도 각각의 FACU는 독립적으로 계속해서 작동할 것이다.

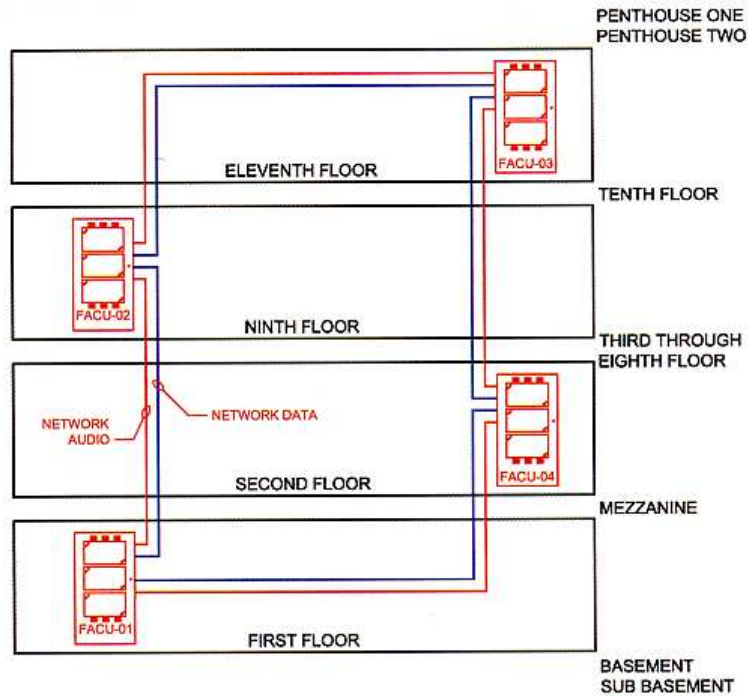
다음으로 비상방송설비앰프에 대해서 검토하여 보자. 비상방송설비앰프의 단일 제어반에 의해 중앙 집중화되어 있는 것으로 잘 알려져 있다. 다시 말하면, 이것은 전체 비상방송설비와 관련하여 어느 한 부분에서 고장이 발생하면 전체 설비가 작동하지 않는 것을 의미한다. 많은 화재경보설비는 또한 건물 전체에 앰프를 분산시킬 수 있는 능력을 제공하고 있

다. 비용적으로 효율적인 접근법은 이전에 설명된 것과 같이 분산 FACU를 갖춘 앰프를 분배하는 것이며, 이것은 FACU를 분산시키는 것과 같은 효과를 가져다준다.

마지막으로, SNAC 제어반을 검토하여 보자. SNAC 제어반은 경보기구회로에 관련하여 “부스터 제어반(booster panels)” 또는 “전력 제어반(power panels)”로써 일반적으로 언급되고 있다. SNAC 제어반은 연결되어 있는 FACU에 종속되어 있다 (이 FACU는 스트로브 [strobes : 시각경보용 램프]를 작동시킴). 주어진 피난구역에 신호를 전송하기 위해서 두 개의 독립 제어반을 사용하는 것은 설비의 생존성을 향상시킨다.

제어반은 스트로브가 동시에 점멸하도록 제어할 수 있는 것이 중요하다. 이러한 해결책은 회로 구성에서 좀 더 상세하게 논의되어 있다.

여기에서는 고객의 목적을 충족시키기 위해서 4개의 FACU를 사용하였다. 각각의 제어반은 서로 다른 층에 위치하게 되고, 앰프는 각각의 FACU에 분배될 것이다. SNAC 제어반은 각 층에 분배되고, 각 층에는 회로 구성을 가능하게 하는 두 대의 SNAC 제어반을 갖추게 될 것이다. FACU의 하나는 오디오용이고, 다른 하나는 데이터용인 두 개의 수직회로를 경유하여 서로 통신을 하게 된다. (그림 1 참조)



[그림 1] FACU 회로분배 구조도

[표 1] 구성요소 회로분배 사례연구

항 목	분 류
FACU	여러 개의 층으로 분배된 4개의 제어반
오디오 앰프	FACU에서 여러 개의 층으로 분배된 앰프
SNAC 제어반	각 층에 2개

회로 구성 (Circuit configuration)

회로 구성은 지락, 단락, 또는 단선과 같은 사고에 견딜 수 있는 회로의 능력과 관련되어 있다. NFPA 72의 6.4절에는 고장상태에서 작동할 수 있는 회로의 능력에 따른 회로의 분류를 설명하고 있다. 제1종은 하나의 단선이나 지락 상태에서 작동할 수 있는 회로의 능력을 갖춘 회로 등급을 의미한다. 제2종은 단락과 반송파(carrier)의 손실과 같은 추가적인 상태에서 작동할 수 있는 능력을 갖춘 상향된 등급의 회로 유형을 말한다. 여기에서는 회로 등급에 대한 간략한 설명서를 제공할 것이다. 등급과 유형에 대한 완전한 설명은 NFPA 72에서 찾아볼 수 있다.

클래스 B 회로는 일반적으로 지락 또는 단선 상태에서 기능을 발휘할 수 없는 2개 배선의 회로이다. 예를 들면, 기동장치회로 (initiating device circuit; IDC)는 지락 또는 단선 상태에 있는 장소에 설치되어 있는 감지기로부터 경보 조건을 수신할 수 없다. 또 다른 예를 들면, 단선상태인 스트로브는 경보신호를 받아도 시각경보(빛)를 발할 수 없다. 마지막 예로, 네트워크 FACU는 단선 상태에서는 서로 통신할 수 없다.

클래스 A 회로는 전형적으로 단선 또는 지락 지점에서 계속해서 기능을 유지할 수 있는 4개 배선의 회로이다. 클래스 A 회로를 판별하는 간단한 방법은 서로의 말단에서 서로 통신할 수 있는 “루프식” 회로를 생각하면 된다. 예를 들면, 단선 상태에 있는 감지기로부터 경보 조건을 계속해서 수신할 수 있는 IDC이다. 또 다른 예로는 경보 시에 계속해서 기능을 할 수 있는 단선 상태에 있는 스트로브이다. 마지막 예로는 단선 또는 지락 상태에 있더라도 회로가 루프식으로 연결되어서 지속적으로 통신할 수 있는 분산 FACU이다.

회로가 고장시에도 동작하는 회로로 만드는 또 다른 방법은 고장 상태에서 회로의 일부를 격리시키는 것이다. 대부분의 화재경보설비 제조자들은 이러한 목적을 위해 차단형 모듈을 생산하고 있다.

이번 사례연구에서는 여러 가지 다른 회로 타입을 설명하며, 다음과 같은 사항을 포함하고 있다.

데이터 네트워크 (Data Network) - 데이터 네트워크는 FACU들 사이를 접속시키는 것이다 (그림 1 참조). 데이터 네트워크는 FACU들이 서로 통신할 수 있도록 하기 때문에 중요하다. 이러한 중요성 때문에 클래스 A 회로로 구성되어야 한다.

오디오 네트워크 (Audio Network) - 오디오 네트워크는 FACU들 사이 오디오 접속을 제공하는 것이다. 근본적으로 오디오 네트워크 관련 FACU에 의해서 제공되어 하나의 지역으로부터 어느 피난구역까지 방송될 수 있도록 음성을 내보낸다. 이것은 해당 시설의 어느 선택 구역으로 오디오가 전달될 수 있도록 방송되기 때문에 아주 중요한 회로이다. 이러한 이유 때문에 클래스 A 회로를 이용해야 한다.

신호전송선회로 (층별) (Signaling Line Circuit; SLC [individual floor]) - 신호전송선 회로(SLC)는 주어진 지역 내에서 주소형 장치에 접속한다. 이들 회로는 SLC 수직회로로부터 공급된다 (아래 부분을 참조할 것). 이러한 지역의 경우에는 단 하나의 층이며, 다층 (multiple floors)에 걸쳐서 확장되어 있지 않다. 층별 SLC는 오디오 또는 데이터 네트워크 보다 덜 중요하다. 층별 SLC는 클래스 B회로로 구성될 수 있으며, 그렇게도 고객의 목적을 충족시킬 수 있다.

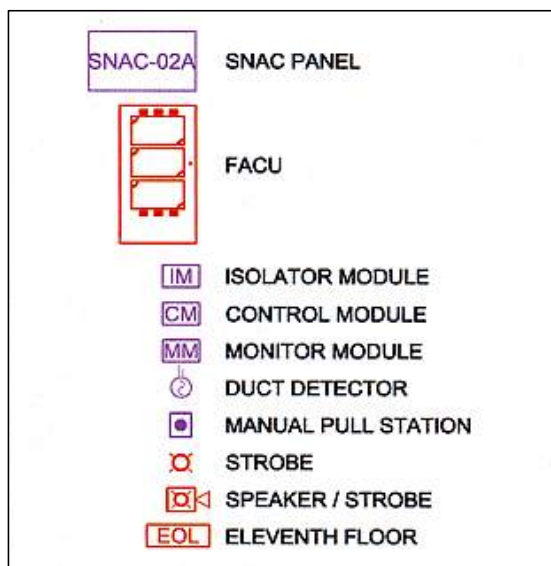
신호전송선회로 (수직회로) (Signaling Line Circuit; SLC [riser]) - 이러한 SLC는 다층에 걸쳐서 확장되어 있고, 층별 SLC와 FACU 사이에 공통 접속되어 있다. 이러한 회로는 다중 피난 구역에 영향을 주기 때문에 “층별” 회로보다 더욱 중요하며, 이러한 이유로 인하여 클래스 A로 구성되어야 한다. 더군다나 “층별” SLC로의 각 접속부에 차단형 모듈이 배치되어야 한다. 이러한 접근방법을 이용하는 것은 SLC 바닥 회로에서의 고장은 SLC 수직회로에 영향을 주지 않을 것이다.

오디오 (층별) (Audio [floor level]) - “층별” 오디오회로는 하나의 피난구역에 설치되며, 단 하나의 층으로 나타낸다. 고객의 목적은 이 회로의 전체 고장 시에도 음성 경보를 유지시키는 것이며, 이것을 성취하기 위해서는 어느 정도 독특한 회로 구성을 필요로 한다. 최악의 시나리오는 이러한 피난구역을 담당하는 FACU 또는 앰프가 고장나는 상황일 것이다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 다른 제어반에서 배전된 두 개의 클래스 B 중복 오디오 회로(redundant audio circuits)를 사용할 것이다. 인접한 스피커는 다른 회로에 접속되어 있으며, 이러한 구성에 있어서 회로나 제어반이 전체 고장을 일으키더라도 작동 가능한 스피커의 절반은 그대로 유지하게 된다.

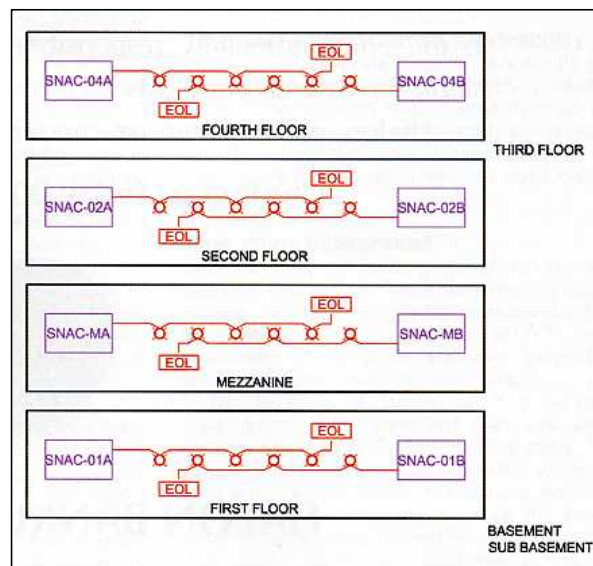
시각경보기구회로 (Visual Notification Appliance Circuits; 시각 NAC) - 시각 NAC 또는 "스트로브" 회로는 하나의 피난구역 (또는 한 구역의 일부분)에 설치되어 있다. 고객의 목적은 회로의 전체 고장의 경우에도 시각 경보를 유지시키는 것이며, 이것을 성취하기 위해서는 어느 정도 독특한 회로 구성을 필요로 한다. 최악의 시나리오는 이러한 피난구역을 담당하는 FACU 또는 SNAC 제어반의 고장이다. 인접한 스트로브가 다른 회로에 접속하면 회로 또는 제어반이 전체 고장을 일으키더라도 작동 가능한 스트로브의 절반은 그대로 유지하게 된다.

[표 2] 사례연구에 사용된 회로 유형

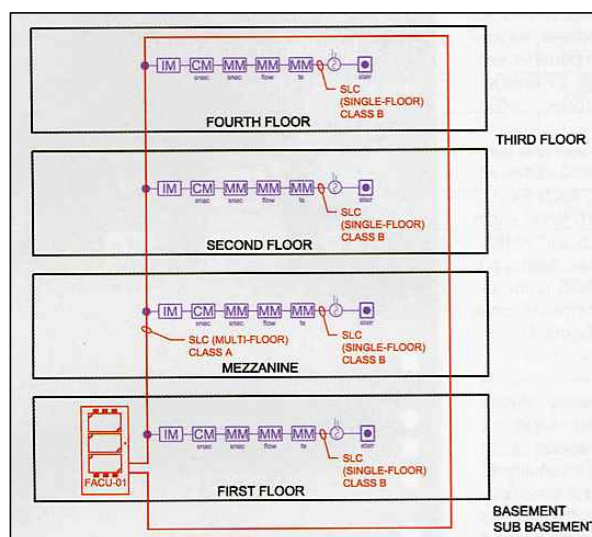
회로 유형	클래스	비 고
데이터 네트워크	클래스 A	그림 1 참고할 것
오디오 네트워크	클래스 A	그림 1 참고할 것
층별 SLC	클래스 B	그림 3 참고할 것
상향식 SLC	클래스 A	층별 격리소자 모듈. 그림 3 참고할 것
오디오 (바닥면)	클래스 B 중복	그림 5 참고할 것
시각 NAC	클래스 B 중복	그림 4 참고할 것



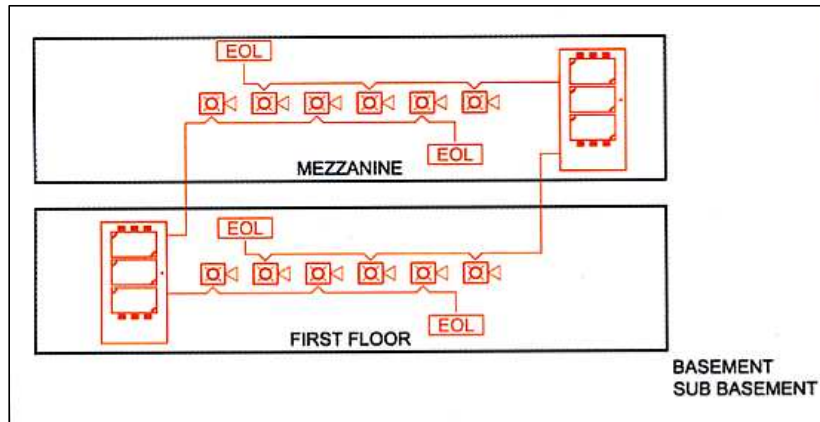
[그림 2] 사용 기호



[그림 3] 대표적인 SLC 회로도



[그림 4] 대표적인 스트로브(시각경보기) 회로도



[그림 5] 대표적인 오디오 회로도

물리적 보호 (Physical protection)

물리적 보호는 기계적 또는 화재의 손상으로부터 회로와 장치를 안전하게 보존하는데 이용된다.

- 제어반을 수용하여 보호하기 위한 내화구조
- 중요한 케이블을 은폐시켜 보호하기 위한 내화구조
- 각 회로를 보호하기 위한 내화케이블
- 기계적 손상으로 부터 케이블을 보호하기 위한 전선관
- 지진 보호 (본고의 범위를 벗어남)

제어반을 내화/방연지역(fire/smoke resistive area)의 내부에 설치하는 것은 화재나 연기에 의해서 제어반이 손상될 수 있는 가능성을 크게 경감시키며, 이것은 FACU, SNAC 제어반, 그리고 비상방송설비앰프에 적용된다.

케이블은 내화구조나 내화케이블 중 하나를 사용하여 화재로부터 보호될 수 있다. 내화구조는 다층을 관통하고 있는 수직 포설 케이블 (은폐된 샤프트 내에서)을 보호하기 위해 주로 사용되고 있다. 대부분의 경우에는 (전부는 아니지만) 이런 형태의 케이블 포설을 위해 만들어진 수직 샤프트는 빌딩 코드를 만족시키기 위해 내화 및 방연 구조를 갖추어야 한다. 수평 포설 케이블을 보호하기 위한 내화구조를 사용하는 것은 일반적이지 않다.

일반 내화케이블은 CI 케이블(circuit integrity cable)과 MI 케이블(mineral insulated cable)이다. MI 케이블은 설치하기가 까다롭기 때문에 건설업자는 일반적으로 내화케이블이 필요한 경우에는 CI 케이블의 설치를 선호하고 있다. CI 케이블은 UL 2196 기준에 의해서 시험하고 있으며, 1,010°C (1,850°F)에서 2시간 동안 견딜 수 있어야 한다. 내화케이블은 표준 케이블보다 상당히 고가이기 때문에 선택적으로 사용되어지고 있다.

NFPA 72는 생존성을 설명함에 있어 기계적인 보호에 대해서 기술하고 있지 않다. 기계

적인 보호에는 충격으로부터 회로와 장치를 보호하는 것을 포함하고 있으며, 내화구조 내에 회로와 장치를 은폐시키는 것은 충격에 대한 보호 수준을 제공한다. 금속전선관 안에 케이블을 포설하는 것은 충격으로부터 보호할 수 있는 가장 좋은 수단이다.

이제 이번의 사례연구를 되돌아보자. 고객은 화재, 테러 공격, 그리고 자연 재해를 포함한 여러 가지 긴급 상황 시에 설비 작동을 유지시키는 것에 각별히 관심을 가지고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해 아래와 같은 권장사항을 제시한다.

1. 모든 제어반을 2시간 내화구조를 가진 구조에 설치할 것. (내화구조의 벽체와 방화문으로 구획되어 있는 실)
2. 모든 수직 회로와 관통부는 내화성능이 2시간인 샤프트 내부에 설치되어야 한다.
3. 내화구조로부터 벗어나는 수직 회로와 네트워크 케이블은 CI 내화케이블 (2시간)이어야 한다.
4. 모든 회로는 금속 전선관 안에 설치되어야 한다.

고객의 건물은 폐쇄형 스프링클러헤드에 의해서 완전히 보호되어 있다. 이러한 경우에 지역 코드에서는 내화 케이블을 요구하지 않는다. 그러나 여기에 제시된 권장사항은 고객의 목적을 충족시키는데 초점이 맞춰져 있다.

[표 3] 사례연구 - 물리적 보호

항목	물리적 보호
제어반	내화구조
데이터 네트워크	내화구조와 내화구조 외부의 CI 케이블, 금속 전선관
오디오 네트워크	내화구조와 내화구조 외부의 CI 케이블; 금속 전선관
층별 SLC	금속 전선관
수직회로 SLC	내화구조와 내화구조 외부의 CI 케이블; 금속 전선관
오디오 (바닥면)	금속 전선관
시각 NAC	금속 전선관

결 론

이 기사에서는 화재경보설비의 생존성에 대해 폭넓게 설명해 보았다. 사례연구를 통해서 고도의 생존성을 성취하기 위해서 구조(분배), 물리적 보호, 그리고 회로 구성을 어떻게 사용할 것인가에 대해 설명했다. 예산과 필요한 생존성의 측면에서 고객의 목적을 충족시키기 위해서는 비용과 효용성의 균형이 주의 깊게 고려되어야 한다.

인용 참고자료

Gagnon, Robert and Ronald Kirby. A Designer's Guide to Fire Alarm Systems : National Fire Protection Association, Inc., 2003

National Fire Protection Association. NFPA 72 - National Fire Alarm - 2007 Edition. Quincy : NFPA, 2006

출처 : International Fire Protection (Issue 37. 2009. 2월호)

번역 : 대전충청지부 과장 차영환