

B-18

Bus Duct 화재감지 설비에 대한 고찰

황원준, 오규형
호서대학교 소방방재학과

A Study of Equipment For Bus Duct Fire Detection

Won-jun Hwang*, kyu-hyung Oh

Dept. Of Fire & Disaster Protection Engineering of Hoseo University

*Dept. Of Fire & Disaster Protection Engineering Graduate School of Hoseo
University

1. 서론

우리나라의 경우 화재 통계상 가장 많은 화재의 원인은 전기 관련된 화재이다. 전기 기계, 기구 등은 현대사회에 있어 많은 편리성을 제공하는 반면에 관리의 부족이나 설비 적 결함에 의한 화재 발생시에는 인명과 재산상 막대한 손실을 가져다준다. 특히 산업체의 경우 직접적인 재산손실뿐만 아니라 복구비용, 대외 이미지 실추등 부가적인 손실비용은 천문학적이라고 할 수 있다. 또한 대규모 전력설비의 효율적인 운용과 고신뢰성 확보를 위해서, 설비의 상태를 상시 감시할 수 있는 예지관리 시스템의 구축이 강하게 요구되고 있다.

이에 현재 대기업 및 여러 산업체에서는 전기설비의 효율적인 운영과 신뢰성을 확보하기 위하여 전기설비에 대한 상시감시 및 이상발생에 대한 예지관리 System 구축이 필요요소로 대두되고 있다. 특히 전기설비 중 Bus Duct는 관리적인 측면이 어렵고 한 번의 사고가 생산, 품질에 미치는 파급되는 영향은 매우 크기 때문이다.

따라서, 본 연구에서는 Bus Duct의 이상을 사전에 감지하고 실시간으로 감시할 수 있는 효율적인 System 구축방안과 효과에 대하여 연구하고자 한다.

2. 화재감지 System의 도입배경

화재의 원인 중 30% 이상이 전기화재이고 전기화재 중 접촉부의 과열, 절연저항 발열, 과전류등의 원인이 30% 이상을 차지한다. Bus Duct의 구조와 실제 발생한 화재 사례는 Fig.1과 Fig.2와 같다.

Bus Duct는 전기에너지를 전달하는 매개체로 예전에는 Cable을 많이 사용하였으나 같은 부피의 도체로 더욱 많은 에너지를 전달할 수 있어 많이 사용되어지고 있다. 그리고 Cable은 도체를 보호하기 비닐이나 고무를 사용하지만 Bus Duct는 금속 Duct를 사용하여 도체와 절연체를 보호하고 그 형태를 유지한다.

Bus Duct 화재감지 System을 도입. 운영하게 된 배경은 첫째, 전기 사용량이 많은 대기업의 경우 Bus Duct 사고발생시 화재의 발생, 생산의 막대한 차질 혹은 중단, 복

구하는데 많은 시간이 소요되기 때문이다. 둘째, 대부분의 전기 Tray나 Bus Duct는 천정 속에 광범위하게 포설되어 있고 관리의 어려움이 있기 때문이다. 셋째, 전기설비 점검시 점검인력에 대한 위험성이 항상 내포되어 있다. 점검위치가 높아 실족에 의한 추락등의 사고가 항존하고 있기 때문이다.

3. 이론적 배경 및 원리

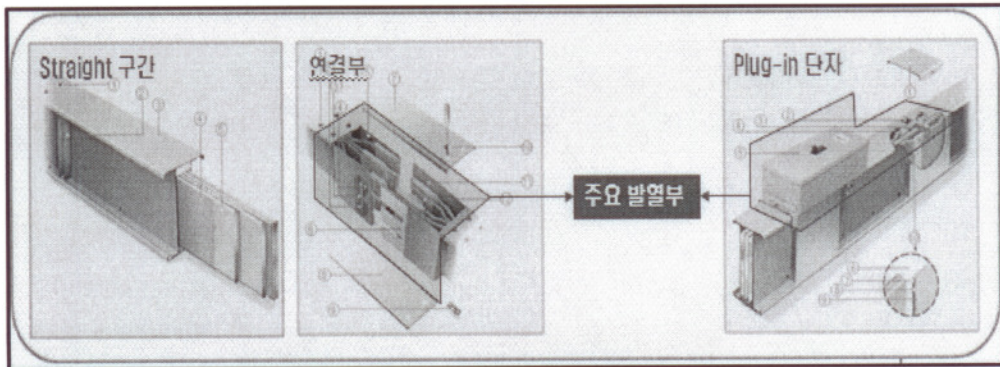


Fig. 1. The structure of Bus duct.



Fig. 2. A Case of Bus duct fire.

Bus Duct 화재감지 System의 주요원리는 크게 두 가지가 있다. 거리 측정 원리와 온도 측정의 원리이다. 거리측정의 원리는 광 Fiber내부에 광 Pulse를 입사하면 산란광이 발생하는데 이 산란광이 반사되어 되돌아오는 시간을 측정하여 해당되는 위치를 정확하게 알 수 있다. 광 Fiber의 광속도는 $2 \times 10^8 m/sec$ 이고, 입사광선에 대한 역산란광이므로 이를 왕복하는 발생지점의 위치를 알 수 있는데 Fig.3과 같다. Fig.3 입사광이 분자에 의해 산란되는 것을 개념적으로 보여주며 일정거리 X만큼 떨어진 곳에서 반사되는 Raman산란광의 위치를 (1)식으로부터 알 수 있다.

$$X = v \times t / 2 \quad (1)$$

여기서, v = 광 Fiber내에서의 빛의 전송속도($2 \times 10^8 m/sec$)
 t = 산란광이 되돌아오는데 걸리는 시간

즉, 광이 입사되고 난 후에 돌아온 시간을 알 수 있고 산란광이 반사되어 온 지점을 알 수 있다.

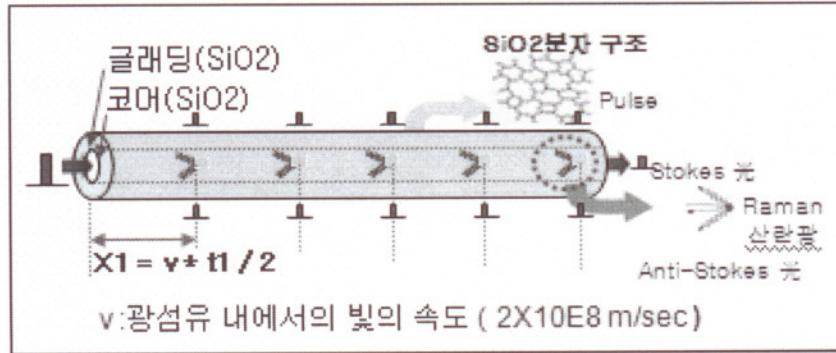


Fig. 3. A principle of distance measurement.

온도 측정의 원리는 광섬유 내의 Stokes광과 anti-Stokes광의 역 산란광 비를 측정하면 광 강도나 입사 조건, 광섬유의 구조, 재질의 조성에 상관없이 매체의 절대온도를 계측할 수 있다. 상온에서의 Raman과 Rayleigh 스펙트럼을 Fig.4와 같이 나타낼 수 있고 Rayleigh 광으로부터 주파수 분리 간격이 같은 Raman 산란광 중에서 Stokes 광과 anti-Stokes 광의 강도 비는 (2)식과 같이 나타낼 수 있다.

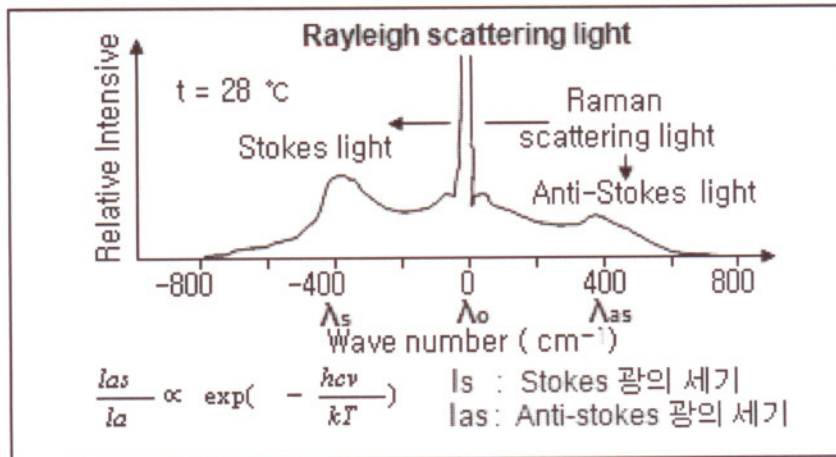


Fig. 4. A Spectrum Of Rayleigh Airlight and Rnman Airlight.

$$R(T) = \left(\frac{\lambda_s}{\lambda_a}\right)^4 \exp\left(-\frac{hcv}{kT}\right) \quad (2)$$

여기서, h, k = Plank상수와 Boltzmann상수
 e = 진공중의 광속도
 T = 산란광을 수신한 광섬유 구간에서 코어의 절대온도
 V = 입사광의 주파수

따라서 광섬유 주변의 온도는 (3)식으로 구할 수 있다.

$$t(i) = \frac{k_o}{\frac{k_o}{tr} + f(r) - f(i)} \quad (3)$$

여기서, tr = 기준점(분포 온도 센서 내부에 있는 기준용 광섬유) 절대 온도
 r = 기준 광섬유 내에서 기준 위치
 i = Anti-stokes광의 가산치
 k_o = 상수 값

4. System구성 및 검출사례

Fig.5는 Bus Duct 화재 감지 설비의 구성체계를 나타낸 것으로 통신용 광섬유 자체를 온도센서를 사용하고 있으며, 넓은 지역의 온도를 수천개위 Point를 실시간으로 측정할 수 있는 특징이 있다. 주요 구성요소는 측정본체, Channel Switch, Control Unit, 감시용 운용 서버, 광 Fiber 센서, 운용 Client&Monitor로 구성되어 있다.

또한 현재 국내에서 화재감지를 위해 많이 사용되고 있는 정온식 온도 감시 및 RTD센서 System에 비해 여러 가지 특징이 있다.

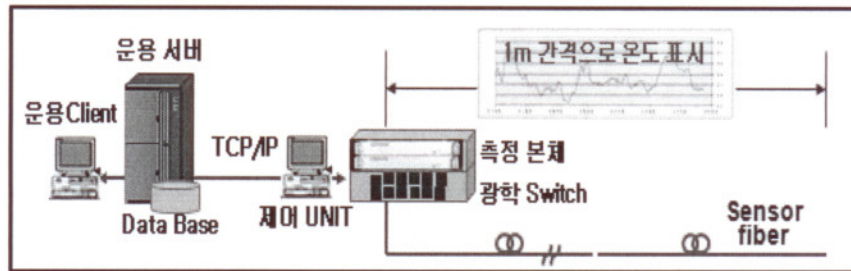


Fig. 5. Organization of Bus duct fire detection system.

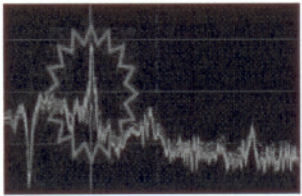
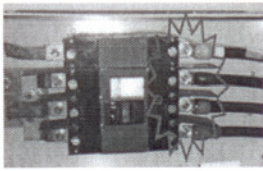
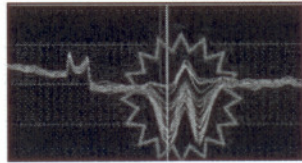
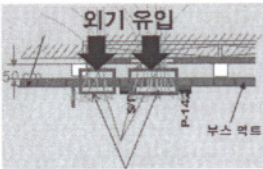

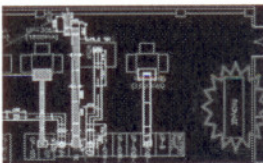
Table 1.은 현재 사용되고 있는 System들의 특징을 나타낸 것이다.

Table 1. Comparison of each fire detection systems

구분	광 센서 온도 측정	정온식 선형 온도 측정	RTD 온도 측정
감시기능	연속적 온도 변화량 측정 온도의 Data Base화 사고사전 검출기능	설정된 점온도 측정 Data Base화 불가 상대적 늦은 응답	점온도 측정 Data Base화 불가 고속 응답
감시구간	2km 무중계 측정 Switch로 측정 다중화	1km 무중계 측정	설치 Point 측정
경제성	정거리 센서로 비용절감	국부적, 단거리 설치유리	국부적 설치유리
유지보수	중계기 설치 불필요 전자 유도장애 없음 동작상태 실시간 확인	1km마다 중계기 설치 통신케이블 설치 동작상태 확인불가	장거리 전송시 별도의 중계기 필요
적용분야	산업 전분야 적용 빌딩온도분포 감시	화재감시	단위설비, 계측분야

Bus Duct 화재감시 System을 설치하여 운영중에 실제 발생하였던 몇 가지 사례가 있다. T/B의 온도 상승, Bus Duct의 온도 하강과 같은 것이다. Table 2.는 System이 이상상황을 사전에 감지후 신속한 조치로 2차로의 재해 확산을 예방한 사례이다.

Table 2. An example of detection of abnormal condition and its treatment.

감지 시간	위치	내용(Monitoring)	조치
15:45 20초	T/B로부터 75m지점	"H" 온도 상승 	과부하로이설 
03:0~7:00 Alarm집중	CP-351A 111~114m 지점	일정구간 온도하강 	외기차단정상화 
15:07 13초	UP-305B 273m지점	온도초과 Alarm 	PKG온도 OFF->ON 

5. 결론 및 효과

산업체에서 많은 량의 전기를 보다 안전하게 사용하기 위하여 Bus Duct에 설치 운영하는 화재감시 System에 대한 특성 및 적용사례에 대하여 살펴보았으며, 이러한 설비의 사전 감지로 대형사고로의 전환을 예방할 수 있었다. 또한 다른 System보다 비교적 우수한 System을 적용함으로써 다음과 같은 효과를 얻을 수 있었다.

1. 화재감시 System의 단 한 번의 사전감지에 의한 신속한 조치를 취함으로써 막대한 생산차질을 예방하였고 Bus Duct 상부에 설치 운영하고 있는 Sprinkler 설비의 누수도 감시할 수 있는 효과가 있었다.
2. 전기설비에 대한 상시감시로 업무 및 노동생산량을 극대화 할 수 있었다. 향후에는 이러한 설비의 적용뿐만 아니라 화재 발생시 소화할 수 있는 System과 연동하여 사용한다면 산업체에서 전기화재로 인한 피해를 획기적으로 줄일 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 화재조사팀 편저, “현장실무자를 위한 화재원인 조사기법”, 인천광역시 소방본부 (2003).
2. 소방방재청, “2006년도 화재통계연감”, (2007.10)
3. 최충석 외 5인 공저, “전기화재공학”,동화기술 (2004)
4. 화재보험협회,“전기화재(발생기기별 원인)”, pp.33-36 (1999)
5. 최충석, 송길목, 김동우, “누전 차단기 외함 전원측 단자사이의 트래킹에 의한 탄화특성 분석”,한국화재 소방학회 논문지, Vol. 17, No.4, pp.13-19 (2003)