

아크 검출기 관련 규정 마련에 관한 연구

박용서

가천대학교 전기공학과, 정교수

A study on working out arc detector related regulations

Yong-Seo Park

Department of Electrical Engineering, Gachon University, Professor

요 약 국내에서 전기 화재의 70% 이상이 아크로 인하여 발생하고 있다. 본 논문에서는 이를 예방하기 위한 방안을 마련하기 위하여 기존의 누전 차단기에 관한 기술기준 및 규정을 분석하였으며, 아크 검출기에 관한 기술기준 및 규정은 아크의 특성을 고려하여 기존의 누전 차단기에 관한 기술기준 및 규정과는 별도로 제정되어야 한다는 결론을 얻었다. 따라서 본 논문에서는 아크 검출기 관련 규정은 기존 누전 차단기의 관련 규정에 추가되거나 이것과 별개인 규정으로 제정되어야 한다고 제안하였다. 특히 아크로 인한 화재를 예방하기 위해서는 아크 검출기의 신속한 보급이 필요하고 그 설치를 의무화하는 것이 바람직하다. 따라서 이 같은 여건을 고려했을 때 기존 누전차단기 규정에 아크 검출기 관련 사항들을 추가할 것을 제안하였다. 아크 검출기의 기술 기준에는 아크의 판단 규격과 차단 임계치, 그리고 차단기가 반응하지 말아야 할 불요신호의 범위 등이 반드시 반영되어야 한다.

주제어 : 전기화재, 누전차단기, AFDD, 아크 검출기, 규정, 기술기준

Abstract More than 70% of the electric fire cases happen in this country are caused by arc. This paper aims to prepare measures of preventing electric fires resulted from arc by analyzing the technical standards and related regulations on the existing circuit breaker. Based on the study, we concluded that the technical and legal standards of the arc detector should be separately regulated from those of existing circuit breaker, considering the characteristics of arc detectors. Accordingly, we suggested in this paper that the arc detector related regulations should either be added to the existing circuit breaker related regulations, or to be handled separately. For effective prevention of electric fires caused by arc, it is urgently required to install arc detector and it is, therefore, appropriate to make it mandatory to install an arc detector. Under the given circumstance, it is suggested that the arc detector related regulations should be added to the existing regulations for the circuit breaker. The technical standards of arc detectors should reflect the arc judgement specification, breaking threshold of arc and the range of unnecessary signal that breaker should not react to respond.

Key Words : Electrical fire, Electric leakage breaker, AFDD, Arc detector, Regulation, Technical standards

1. 서론

해마다 화재 사고가 발생할 때마다 관련부처에서는 방지 대책을 수립하고 있음에도 불구하고 동일 유형의 사고가 지속되고 있는 실정이다. 화재의 발화요인 별 통

계는 소방청 국가화재정보시스템에서 확인할 수 있다[1].

2017년 통계에 의하면, 전체 화재 중에 21%가 전기에 의한 화재이다. 이 중에서 부주의(53%), 기타(1%), 자연적(1%)인 화재요인을 제외하면 64%가 전기에 의한 화재인 것으로 나타난다.

*Corresponding Author : Yong-Seo Park(yspark@gachon.ac.kr)

Received August 30, 2018

Accepted November 20, 2018

Revised November 7, 2018

Published November 28, 2018

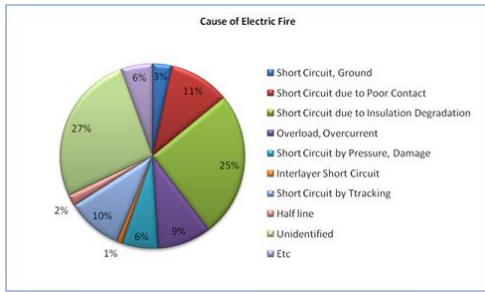


Fig. 1. Classification by cause of electrical fire

Fig. 1의 전기화재의 원인 중에서 아크 유형의 화재가 52%를 차지하고 있지만 아크의 속성이 불규칙하고 예측이 어려울 뿐만 아니라 식별이 어렵기 때문에 이에 대한 대비책이나 명확한 조치방법이 미비한 상태이다[2,3]. 그러나 통계상에도 나타나있듯이 전기화재의 25%가 미확인임을 주목하면 사전예방이 얼마나 중요한지를 인식해야 할 것이다. 최근까지의 화재 원인분석 결과와 연구들은 전기화재가 누전, 합선, 낙뢰 등 강한 전기 쇼크뿐만 아니라 낮은 전류에서도 아크 현상이 누적되어 화재가 발생할 수 있다는 것을 보여 주고 있다[2-5].

그러나 현재 출시되어 있는 아크 검출기들은 사전 예방 차원이기보다는 심각한 수준에 도달했을 때 신속한 차단 효과만을 가지기 때문에 기존 차단기와 차별화 되지 못하고 있다.

아크가 전기화재의 주요 원인임을 알면서 아직 화재 감지 기능을 제대로 하지 못한다는 인식을 갖게 되는 이유는 아크의 불규칙한 특성으로 인해 감지가 어렵다는 점이다. 그러나 출시되어 있는 아크 감지기는 대부분 차단을 목적으로 하므로 이상전류원이 발생되면 차단되므로, 유사 아크가 발생할 경우에도 오동작을 일으키게 됨으로써 소비자가 신뢰하기 힘든 상황이다. 아크 차단기는 이러한 이유 때문에 화재의 위험성을 아무리 강조하고 홍보하여도 자발적으로 비용부담을 하면서까지 설치하려고 하지 않고 있다.

해외에서는 지난 10여년전부터 아크를 주요 화재 원인으로 인식하여 기술기준과 법제도를 정비하여 미국, 캐나다는 전구 대부분의 주에서 가장 내에 의무적으로 설치하도록 규정하고 있다. 유럽도 국제기구인 IEC의 지도하에 설치 및 표준화에 노력을 기울이고 있다.

우리나라도 국가기술표준원에서 표준규격화 노력을 기울이고 있으며, IEC 동향을 주시하고 있다. 그러나 기술기준이나 법제도가 아크를 전기설비의 안전차원에서

불 것인가 소방, 화재 차원에서 볼 것이냐에 따라 기술기준과 법제도가 달라질 수 있다는 점에서 구심점을 찾기 어려운 실정이다. 지금까지는 전기협회, 전기안전연구원을 중심으로 아크 화재 원인을 규명하여 왔다. 현재의 차단기 규정도 전기사업법 제67조 및 같은 법 시행령 제43조, 전기설비기술기준(산업통상자원부 고시)도 전기협회로 이관되어 있어 전기 기술자가 아닌 자가 관련 기준 및 법령을 참조하기 쉽지 않다. 향후에는 소방, 안전 측면으로 확대하여 아크 화재에 대해 폭넓게 검토할 필요성이 있다.

아크로 인한 화재 피해 및 복구비용 등 사회적 비용을 줄이기 위해서는 화재 감지 설비로서의 기술규격을 명확히 정의하고, 의무적으로 설치하도록 유도하는 것이 바람직하다. 따라서 본 논문에서는 아크 검출기 설치에 관한 법 규정이 시급히 마련하기 위한 정책 방향에 대해 기술하고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 아크 검출기의 현황 및 특징을 기술하고, 3장에서는 이와 관련한 국내외의 규정에 대한 동향을 분석한다. 4장에서는 국내에서 전기화재를 예방하고 피해를 줄이기 위한 아크 차단장치와 관련한 규정 마련 방안을 제시하고 그것의 기대효과를 기술하고자 한다.

2. 아크 검출기의 현황 및 특징

2.1 아크 검출기의 현황

국내에서는 최근 10여년 아크와 관련한 연구결과가 발표되고 있으나, 그들의 대부분은 아크의 특성을 규명하는데 한정되어 있으며, 정밀한 아크 검출 방식은 연구 초기단계에 머물러 있다[3-7].

실제로 아크 현상은 정형화하기 쉽지 않은 불규칙한 특성을 가지고 있기 때문에 이러한 특성은 현장에서 수집된 데이터 자체만으로는 정확히 재현하거나 분석하기에는 오차가 크므로 통계적인 해석방법이 요구된다[8].

Fig. 2는 아크 감지기의 모형도이다. 전원으로부터 변류기를 통하여 전류 성분을 추출하고 그 상태에서 잡음, 아크, 연결된 각종 부하들의 특성이 혼합되어 나타난다. 정상적인 부하의 특성은 정형화된 파형을 유지하지만, 잡음과 아크는 비정형화된 파형을 가진다. 단, 잡음은 통계적으로 해석은 가능하다.

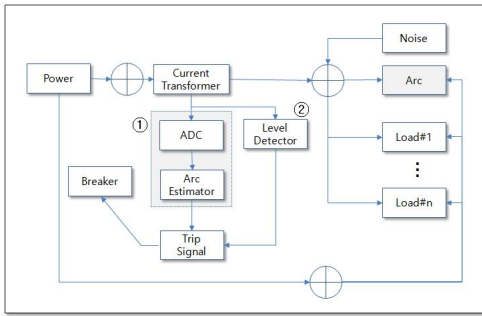


Fig. 2. Model of Arc Detector

아크를 추출하는 방식으로는 Fig. 2에서 기존에는 ①과 같이 하드웨어적으로 전류 레벨의 변동성을 감지하는 방식과 ②와 같이 마이크로프로세서를 탑재하여 아크가 아닌 유사 성분들에 대한 감지 능력을 가지는 방식으로 나눌 수 있다.

현재 출시되고 있는 ①과 같은 아크 검출기는 단순한 기계적 차단 방식을 채용하고 있기 때문에 유사 아크로 인하여 오동작을 일으킬 수 있다는 점에서 일반 누전차단기와 차별화되기 어렵다.

전기안전연구원이 2013년 9월에 시행한 실사보고서인 ‘전통사찰 방재시스템 효율화 방안 연구’의 결과에 따르면 국내에 아크 검출기의 기술기준이 마련되어 있지 않아 미국 아크 검출기의 기술기준인 UL1699을 적용하여 분석한 결과 아크 화재 감지 시스템의 오탐율이 40%에 달하는 것으로 나타나 있다.

UL1699는 아크의 변화를 감지하는 것보다는 아크가 증폭이 되어 위험 수준에 도달하는지를 판단하여 차단기를 동작시키는 방식으로 예방의 효과보다는 차단에 목적을 두고 있으므로 엄격하게 아크를 검출해 내는데 한계가 있다.

2.2 아크의 특성

전선이 누전이나 합선 되었을 때 전류가 급격히 변화하기 때문에 이를 즉시 감지하여 조치를 취할 수 있지만, 전기가 공기를 통하여 이동하는 경우, 아크는 미세하게 지속적으로 발생할 뿐 아니라 그것의 특성이 정형화되어 있지 않기 때문에 아크를 정확히 검출할 수 있는 장치를 구현하는 것이 매우 어렵다.

아크는 시간에 따라 순간적으로 변하는 임펄시브(impulsive) 성분을 가지고 있으므로 다른 유사 잡음원과 구분이 어렵기 때문에 유사 잡음이 혼합된 상태에서 아

크 성분을 정확히 분리해 내는 기술이 요구된다.

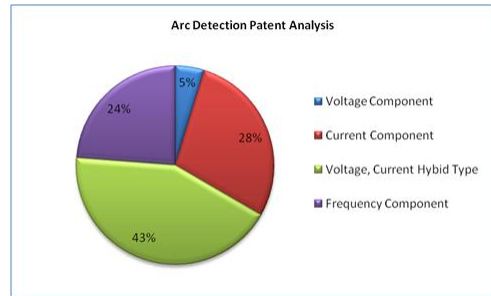


Fig. 3. Various Types of Arc Detection

Fig. 3은 아크의 특성을 추출하는 방식별 국내 특허 출원 현황[9]을 분석한 결과이다. 특허출원 비율로는 전압 레벨(5%), 전류(29%), 전압과 전류 혼합형(43%), 주파수(24%)로 점차 혼합형이 늘어나고 있는 추세이다 최근에는 전기부품에 의존하는 단순 차단방식에서 탈피하여, 감지의 정확도를 높이기 위하여 마이크로프로세서를 활용한 알고리즘을 탑재하는 기술이 연구되고 있다[10].

주파수 성분의 특성을 이용하는 방식은 아크신호와 신호성분의 하모닉과 주변 잡음 등이 혼합된 상태에서 아크를 분리해 내지 못하면 벌크형태로 존재하므로, 잡음이 큰 환경에서는 변별력에 한계가 있다[11].

결국 전압 또는 전류 신호로부터 아크를 감지해야 하는데, 전압 신호는 아크와 비교할 때 상대적으로 크기 때문에 전류 성분을 이용한다.

한편 지금까지의 아크에 관한 연구는 아크의 전류 특성이 수십 암페어 이상인 송배전계통을 대상으로 집중되어 있기 때문에 낮은 전력을 사용하는 가정이나 상가 또는 소규모 공장과 같은 경우에 적용할 경우 동일하게 적용될 수 있을지는 검증이 필요하다[12].

2.3 누전차단기와 아크 검출기

Fig. 4는 사용전류에 대한 누전차단기의 차단시간을 나타낸 곡선으로 브레이크의 동작 영역(B, C, D)과 직렬 아크 동작 영역, 그리고 병렬 아크의 동작 영역을 나타내고 있다. 직렬 아크에서는 브레이크 동작 영역보다 아래에 있으므로 브레이크를 동작시키기 위해서는 최소한 B 영역까지 트리거 신호를 발생시켜야 한다. 이렇듯 현재의 아크 검출기는 아크 화재의 사전예방 보다는 아크의 발생으로 인한 급격한 과전류가 발생하는 것을 신속히

차단하는데 초점을 맞추고 있기 때문에 아크가 어느 일정 한도를 넘어서는 순간만 관찰하므로 그 이전의 미세한 아크는 무시된다.

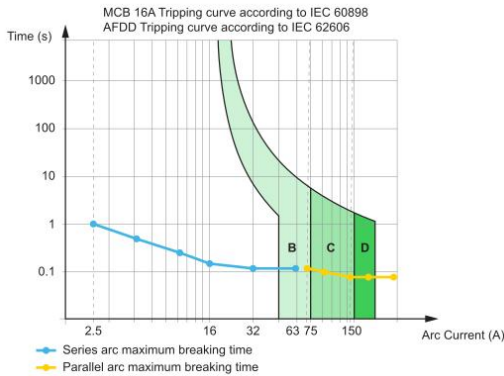


Fig. 4. Current-time curve of circuit breaker

현재까지의 모든 아크 검출기는 차단기의 성격을 가지고 있기 때문에 아크라고 인식된 후 얼마나 빠른 시간 내에 차단할 것인가에 초점이 맞추어진다. 특히 UL1699 기준도 아크 판별이 되었다고 가정하고 몇 초 만에 차단하느냐가 기준이 된다.

본 논문에서는 아크 검출기로부터 아크를 정확히 판별함으로 이로 인한 화재를 줄이기 위하여 기존의 차단기를 분석하고 이를 바탕으로 누전 차단기의 차단 기능 외에 아크 검출에 관한 사항이 기술기준 및 규정에 반영되어야 하는 당위성을 제시하고자 한다.

3. 아크 검출기 규정의 국내외 동향

3.1 국외 동향

미국과 캐나다 등에서는 2002년부터 가정 내에 의무적으로 아크 검출기를 설치하도록 법제화하고 있다. 미국은 아크 검출기를 Table 1과 같이 1999년부터 가정의 침실을 시작으로 의무적으로 부엌과 거실 등의 전 구역으로 확장하여 설치하도록 규정하고 있다.

가정 내에서도 이 규정을 한꺼번에 적용하는 것이 아니라, 각 구역을 나누어서 단계적으로 적용하는 방식으로 점진적으로 전기화재에 대해 안정성을 시험하면서 확대해 나가고 있다.

Table 1. AFCI(Arc Fault Circuit Interrupter) Timeline of UL1699

Year	Details
1999	Begin recording the future requirements of AFCI in the code - 2002.1.1. Allow AFCI for branch / feeder: Outlet for bedroom
2002	Registered to use AFCI for all bedroom power - Allow AFCI for branch / feeder
2005	Combination type AFCI list in bedroom circuit - Jan. 1, 2008. Allow AFCI for branch / feeder by day
2008	Mixed type AFCI list for unipolar 15-20A class circuit - Expanded into family room, living room, library, aquarium, solarium, recreation room, wardrobe or similar room
2011	AFCI 15-20A class mixed type entry - extend to living room, living room, library, bedroom, living room, recreation room, closet, hallway or similar room or area

국제기구인 IEC에서도 아크 감지에 관하여 표준화를 추진하고 있다. 아크에 관한 표준으로는 IEC 60348과 IEC 62606이 있다. Table 2는 IEC 62606에서 아크 차단 전류 대비 차단 속도를 규정하고 있다. 이것은 UL1699와 비교하여 좀 더 확장된 개념을 포함하고 있다.

Table 2. Limit values of break times for 230 V AC according to IEC 62606

Test arc current (rms, A)	2.5	5	10	16	32	63
Max. break time (sec.)	1	0.5	0.25	0.15	0.12	0.12

3.2 국내 동향

국내에서 사용하고 있는 일반 과전류 차단기는 이미 법제화되어 있어 의무적으로 설치하고 있지만, 그것의 차단 원인이 아크로 인한 것인지를 명확하게 판단할 수 없기 때문에 기술 기준을 규정하는 규정의 제정이 필요하다. 국내의 법 제정 절차는 아래 Fig. 5와 같다[13].

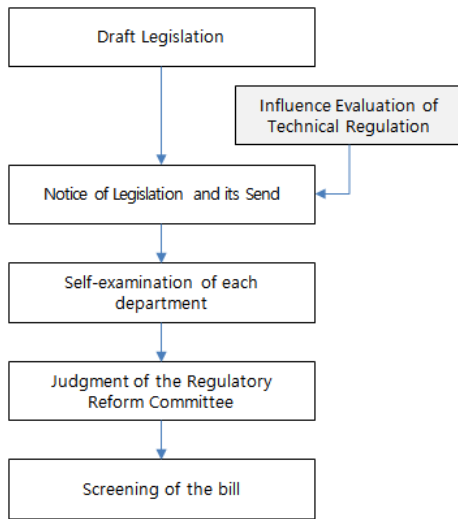


Fig. 5. Flow Chart to enact the Act

아크와 유사한 장치인 차단기에 관해서는 전기사업법 제67조 및 같은 법 시행령 제43조, 전기설비기술기준(산업통상자원부 고시) 제4조에 따른 전기설비기술기준의 판단기준(산업통상자원부 공고 제2014-99호, 2014. 3. 13)이 있으며, 이에 관한 판단기준에 자세히 정하고 있다. 기술에 관련한 법령 구조 상 헌법, 법률, 대통령령, 총리령·부령, 행정규칙(훈령, 예규, 고시, 지침 등)으로 구분될 수 있다. 기존 누전 차단기에 관련한 법령도 고시에 해당되는 법령에서 규정되어 있으며, 아크 검출기도 이에 준하는 법령으로 마련되는 것이 타당하다.

누전 차단기에 관한 법령은 산업통상자원부고시 제 2017-147의 전기설비기술기준에서 정하고 있다. 이 법령 중 본 논문에서 다루는 저압 간선 등의 과전류에 대한 보호 대책은 제56조에 명시되어 있다[14,15].

그러나 이 법령에 아크라는 용어는 있으나 대부분 송배전계통의 고전압에서 발생하는 경우에 해당되며, 차단 효과보다는 회피의 수단으로 언급되고 있어 과전류 차단기와 다름이 없이 해석되고 있다.

현재 국내에서는 전기안전연구원에서 미국의 UL1699 이 기준에 의거한 인증을 수행하고 있지만 이를 국내 기술기준으로 정하는데 있어서는 추가 논의가 필요하다. 특히 국제기구인 IEC는 IEC62606의 기술 기준을 공표하고, 국내에서도 이를 선택적으로 적용하도록 권고하고 있으므로 어느 쪽이든 국내의 실정에 맞는 기술기준을 확정할 필요가 있다.

또한 전선의 규격, 전기기기의 정격 등에 대해 부하의 종류별로 발화 요인을 체계적으로 분석하는 과정이 시급하다.

현재 국내에서 가정용으로 아직도 사용되고 있는 HIV(내열비닐절연전선), VCTFK(범용비닐시스코드) 규격의 케이블은 절연성이 낮아 화재의 위험성이 높기 때문에 아크 검출기의 성능을 높이고, 설치를 적극 권장하도록 할 필요가 있다.

4. 아크 검출기 관련 규정 및 기대효과

4.1 아크 검출기 관련 규정

아크 관련법을 제정하고 이를 건축 시공 시에 표준 시방에 적용함으로써 점차 제도화해 나가는 것이 바람직하다. 기존 주택에 차단기를 설치할 경우 이를 사회적 비용으로 평가한 바에 따르면, 아크 검출기의 수명을 30~40년으로 가정하였을 때 건축 시 설치하는 것이 보다 경제적인다는 연구 발표가 있다[16]. 따라서 국내에서는 앞서 시행하고 있는 나라에 비해 규정의 정비가 늦어진 상황에서 점차적으로 건축물을 시공할 때부터 아크 검출기를 설치하는 것을 의무화해 나가는 것이 가장 바람직 할 것으로 보인다.

본 논문에서는 3.2 절에서 살펴보았듯이 법 제정 절차에 따라 아크 검출기 관련 규정을 마련하기 위해 첫 번째 기존 누전차단기 규정에 아크를 추가하는 방안과 두 번째 독립적인 추가 규정을 마련하는 방안을 제시 하고자 한다. Table 3은 법안 마련의 두 가지 방안에 대해 설명하고 있다.

Table 3. Two tracks of working out arc detector related regulations

		Working out additional regulations	
Track 1	Strength	Installation under an obligation Growing market	
	Weakness	Time-consuming task for working out regulations and technical standards	
Track 2	working out regulations included in existing regulations for leakage breaker		
	Strength	Easiness for working out regulations and technical standards	
	Weakness	Limited to electrical divisions	

첫 번째 아크 검출기 관련 법 조항을 독립적으로 분리하는 방안은 처음부터 아크 검출기를 누전차단기와 다른 성격으로 규정하는 것이다. 이렇게 되면 아크 검출기의 설치를 의무화하는 것이 가능하다. 이렇게 되면 기존 차단기 시장이 성장했듯이 새로운 시장이 열릴 수 있다. 선진국에서도 이러한 시장의 규모를 예측하여 시장 선점을 위해 노력하고 있다.

단점으로는 차단기 내에 포함할 경우에도 마찬가지로 아크 판별 능력에 대한 기술기준이다. 전원의 상태 변화가 아크로 인한 것인지 아닌지를 정확히 판별해 내는 기술이 관건이다. 그러나 3.1절에서 언급한 국제 표준화 작업에 있어서 여전히 아크 검출기는 아크 차단에 초점이 맞춰져 있다. 그렇다보니 아크가 아닌 유사아크에서도 동작을 하게 되는 위험이 상존한다. 이에 따라 제조업체에서는 기술기준 범위 내에서 아크를 차단한다고 하지만, 현재의 기술표준 자체가 아크 차단 규정으로 국한되어 있어 규격 내에 포함되어 있지만 실제로는 오동작의 소지가 많은 것이다[13,15,16]. 따라서 이러한 시각을 변화시키는 과정에는 많은 검증시간과 연구가 필요하다는 단점이 있다.

두 번째 기존 차단기 조항에 아크 차단기 관련 조항을 삽입하는 방안은 가장 간편하다. 3.2절에서 살펴본바와 같이 기존 차단기 규정은 이미 범제화되어 있으므로 아크의 규정에 대한 기술기준을 확정하고 이를 추가 인용하는 것이 가능하다.

사안의 시급성을 해소하기 위해서는 기존 차단기에 대한 규정에 추가하는 방안으로 추진하고 향후 독립적 제도로 분리하는 방안을 제안한다. 그러나 이 방안에도 어려움이 따른다. 기존 차단기와의 표지서닝 문제가 있다. 차단기와 공존할 것인가 별도의 장치로 제품화할 것인가에 대한 판단이 필요하다. 본 논문은 기존 차단기와 결합이 가능하다고 판단한다. 어차피 아크로 판정될 경우 차단기를 동작시켜야 하기 때문이다 따라서 아크검출기와 차단기의 결합형, 분리형으로 해도 하나의 세트 구성이 가능하다.

더불어 아크를 검출하고 차단하는 기술 외에도 케이블 규격, 수명, 점검 등에 대한 기준이 마련되어야 한다.

또한 전압 또는 전류의 세기에 따라 발화점이 다르기 때문에, 이에 따른 아크의 변화를 감지해 내는 기술에 집중할 필요가 있다. 특히 부하의 특성과 주변 잡음이 포함되어 있을 경우에는 오동작의 위험이 크므로 이들을 반

영한 규격이 마련되어야 한다.

4.2 기대 효과

현재까지 출시된 아크 검출기는 차단의 의미만을 강조하다보니 기존 차단기와 동작 원리가 유사하여 차별점을 찾지 못하였기 때문에 설치가 미미한 상태이다. 이를 극복하기 위한 방안으로 아크 검출에 대한 신뢰성을 확보하여야 건축물 신축 시 설계에 반영하여 의무적으로 설치하도록 유도할 수 있을 것이다.

설치 기준이 마련되면 이를 위한 검증이 활성화 될 것이며, 아크 검출기는 검출 기법 연구에 집중할 수 있을 것이다. 더욱이 최근 각광을 받고 있는 인공지능 기술 [17]과 융합하여 아크를 정확히 변별해 낼 수 있는 연구를 수행하고, 이를 국제 표준으로 제안함으로써 미래의 아크 검출기 시장에서 주도적 역할을 해 낼 수 있으리라 판단된다.

또한 현재까지는 아크에 관한 규정이 단순히 표준 규정과 전기 분야에 국한된 운영 관리 측면이 강조되었다면, 향후에는 화재 안전과 환경 분야에 까지 범위를 확대하여 관심도를 높여야 안전 불감증 해소와 아크를 정확히 변별해 낼 수 있는 실질적 개선의 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

4.3 법 제정 이후 대응방향

별도의 법안인든 차단기 내에 포함되는 아크에 대한 규정이 법 제도 내에 반영이 되면, 크게 2가지 변화를 갖게 된다.

하나는 시장환경의 변화이다. 기존 차단기 시장은 이미 성숙되어 개보수 또는 내구연한이 지나서 교체 수요 외에는 신규 시장의 성장은 정체되어 있다. 이는 다른 나라도 마찬가지이다.

아크 검출기가 전기화재를 차단하고 예방할 수 있다는 인식이 높아지면 새로운 산업으로 자리잡을 수 있는 효과는 분명히 존재한다.

다른 하나는 화재의 관점이 달라질 수 있다. 지금까지는 화재 진화에 치중했다면, 이제는 미약한 정도의 상황에서도 화재를 감지하여 사전에 조치를 취할 수 있는 길이 열리기 때문이다. 여기에 필요한 기술요소는 시계열 데이터의 분석, 노이즈 Estimation, 좀 더 확장하여 딥러닝 기법을 적용하여 불규칙적 성분을 판별해내는 기술을 응용할 수 있으므로 학계, 연구기관 등에서도 단순 관심

수준이 아닌 아크의 특성을 정확히 모델링하고 그 특성에 따른 변별방법에 대한 연구가 진행되어야 한다. 이러한 연구는 오히려 낮은 수준으로 여겨왔던 중국에서 활발히 진행 중인 것으로 파악되고 있다.

5. 결론

많은 전기 화재들 가운데 아크의 발생으로 인하여 화재가 발생되고 있음이 판명되고 있다. 특히 고전압의 송배전계통보다는 소 전력을 사용하는 가정, 상가, 소규모 공장 등의 전원이 아크로 인한 화재에 민감하다. 아크의 크기가 전류의 크기보다 상대적으로 낮아 아크의 발생을 감지하기가 어렵기 때문에 언제 화재로 이어질지 예측하기는 매우 어렵다. 유사잡음과 혼합되어 아크를 감지하지 못하는 경우에 대비하여, 지속적으로 잡음원을 관찰하고 모델링함으로써 간헐적인 잡음원의 특징을 추출하고, 아크의 변동 상태를 비교함으로써 아크 발생 상태를 정확히 판별하는 것이 중요하다. 그러나 화재의 원인임이 밝혀진 이후에도 아크 검출 기술규격이나 이와 관련한 법 제도가 명확하게 마련되어 있지 않은 상태이다.

본 논문에서는 아크 차단 기능에 대한 규정 제정을 위해 이를 기존 누전차단기 법 규정 및 기술기준에 추가하는 방안과 새로이 독립적인 법 규정을 제정하는 방안을 제안하였다. 기존 법령에 추가하는 방안은 아크 검출기가 차단 동작에 있어서는 기존 누전차단기와 유사하다는 데 기반을 두고 있으며, 새로이 제정하는 것은 차단 관점보다는 아크의 정확한 검출을 목적으로 하므로 기술기준이 다르다는 점을 고려한 것이다.

본 논문에서는 이들 두 가지 방안의 장단점을 제시하였으며, 그들 중 가장 중요한 점은 아크 검출기가 기존 차단기의 규정을 다르도록 강제력을 부여해야 한다는 것이다.

결론적으로 아크 검출기의 기술기준에 관해서는 아래와 같은 내용을 정의하고 이들에 대한 측정 결과를 기술기준에 반영하여야 한다.

- 1) 아크 검출기의 아크 추이 판단 규격
 - 2) 아크 검출기의 차단 임계치(항목 설정)
 - 3) 차단기가 반응하지 말아야 할 불요신호의 범위
- 전원계통에 대한 지속적인 모니터링을 통하여 전기 설비에 유입되는 잡음원에 대한 성분의 추적을 통하여

일시적인 유사잡음의 간섭에 민감하게 대응함으로써 단순 기계적 동작에 의존하는 기존 시스템의 단점을 보완하고, 향후 스마트 그리드와 연동할 수 있는 구조로 발전시켜야 한다.

REFERENCES

- [1] National Fire Data system. (Aug. 03, 2018). *Fire status statistics*, https://www.nfds.go.kr/fr_base_0001.jsf.
- [2] D. O. Kim et al (2014). A Study on the Series Arc according to Poor Contact, *The KIEE Summer Conference*, 1627-1628.
- [3] W. H. Kim & B. D. Hyun. (2012). A Study on the Detection Technique of the Flame and Series arc by Poor Contact, *J. Kor. Inst. Fire Sci. Eng.*, 6(6), 24-30.
- [4] P. Muller et al. (2010). Characteristics of series and parallel low current arc faults in the time and frequency domain, *Proceedings of the 56th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts*, 1-7.
- [5] W. S. Kwon et al. (2008). A Study on the UL1699 based on Arc Generator, *Power Electronics Annual Conference*, 91-93.
- [6] Y. I. Kim et al. (2009). Detecting Device Series Arcs In Electrical Systems And Methods For Detecting The Same, *Korea Patent 10-0919293*
- [7] D. H. Kim et al. (2010). Development of Monitoring Program for Detecting Current and Voltage Signals for Series Arc, *J. Kor. Soc. of Safety*, 25(2), 29-34.
- [8] N. Gustavsson. (2004). Evaluation and Simulation of Blackbox Arc Models for High Voltage Circuit-breakers, *Thesis, Linköping University, Department of Electrical Engineering*.
- [9] KIPRIS. (Aug. 03, 2018). <http://www.kipris.or.kr/khome/main.jsp>.
- [10] S. McCalmont. (2013). Low Cost Arc Fault Detection and Protection for PV Systems, *Prepared under Subcontract No. NEU-2-11979-03 NREL/SR-5200 - 60660*.
- [11] Y. S. Park & J. K. Lee (2017). A Study on the Similar Arc Discrimination Algorithm, *Journal of KIIT*, 15(11), 39-46.
- [12] M. Banejad et al, (2009). Exponential- Hyperbolic Model for Actual Operating Conditions of Three Phase Arc Furnaces, *American Journal of Applied Sciences*, 6(8), 1539-1547.
- [13] Korean Standards & Certifications (Aug. 03, 2018).

Technical regulation impact assessment,

<https://standard.go.kr/KSCI/technologyIntro/technologyAssess.do?menuId=969&topMenuId=524&upperMenuId=525>.

- [14] NLIC(National Law Information Center). (Aug. 03, 2018). *Electric equipment technical standard*, www.law.go.kr/행정규칙/전기설비기술기준.
- [15] Korea Electric Association. (Aug. 03, 2018). *Technical Standards Overview*, <http://kec.kea.kr/EgovMenuLink.do?menuId=leftmenu1&link=%2Ftech%2FIntro.do>.
- [16] C. H. Park et al. (2007). Research on Characteristics of Arcing Circuit and Evaluation of Societal Cost caused by AFCI Installation, *Journal of the Korea Institute of Illuminating and electrical Installation Engineers*, 21(8), 144-150.
- [17] E. J. Kim. (2017). Introduction of Learning artificial intelligence algorithms, machine learning, deep learning, *Wiki Books*.

박 용 서(Park, Young Seo)

[정회원]



- 1982년 2월 : 연세대학교 전기공학과(공학사)
- 1984년 2월 : 연세대학교 전기공학과(공학석사)
- 1988년 8월 : 연세대학교 전기공학과 박사
- 1993년 미국 남 플로리다 대학교 객원교수
- 1989년 ~ 현재 : 가천대학교 전기공학과 교수
- 관심분야 : ITS, 무선 및 이동통신, CDMA, 네트워크 성능분석
- E-Mail : yspark@gachon.ac.kr