

아크사고 검출을 위한 부하용량별 220Vrms 직렬아크특성

최수경, 권완성, 김종민*, 방선배*, 최규하
건국대학교, 전기안전연구원*

220Vrms Series Arc Characterization Depending on load capacity For Arc Fault Detection

Su-Kyung Choi, Wan-Sung Kwon, Chong-Min Kim*, Sun-Bae Bang*, Gyu-Ha Choe
Konkuk University, Korea Electrical Safety Corporation

ABSTRACT

The Arc fault is primary reason of electric fire. so we must detect. the purpose of this study is to extend our knowledge of AC-arc characteristics and detect.

The Arcs are produced by separating two electrodes made with graphite and copper. A very low separation speed allows arcs to reinitiate, as in arc fault in wires. Power is 220Vrms-60Hz and the load is light bulbs and capacities are 220W, 660W and 1100W. I measured Arc voltage and current. and defined voltage and current Max level, voltage plateau and Arc-power at each cycle.

1. 서 론

2008년, 대한민국 소방방재청 방호조사과에서 실시한 화재발생현황 분석 보고서에 따르면 2008년 한 해 동안 발생한 49,631건의 화재 중 11,308건이 전기적 요인에 의한 화재로 발화요인 2위(1위는 부주의에 의한 화재)이며, 그 중에서 9551건(84.5%)이 전기적 아크(Arc-fault)에 의한 화재인 것으로 보고되고 있다[1]. 아크사고의 검출은 이러한 전기화재를 예방할 수 있는 열쇠이다.

본 연구는 상용전원인 220Vrms-60Hz가 인가된 도선에서 백열전구 부하의 용량에 따른 직렬아크 특성을 분석한다. AC 직렬아크의 특성을 최대전압, 최대전류, 전압 평탄역, 아크전력의 항목으로 정상시 특성과 비교 분석한다[2].

실험은 부하 용량에 따라 220W, 660W, 1100W 세가지로 구분되며 모의 아크의 발생은 UL1699를 참고하여 탄소봉과 구리봉의 전극 분리로 아크를 발생 시키는 아크발생기를 제작하여 사용하였다[3]. 오실로스코프를 통해 측정된 아크 전압과 전류의 데이터로 특성을 분석했다.

2. 아크 측정

2.1 아크 발생기

직렬아크 발생기는 구리봉을 고정전극으로 하고 탄소-흑연봉을 이동전극으로 하여 두 전극의 접촉상태에서 220[V] 전원을 인가 후 천천히 두 전극을 분리한다. 탄소-흑연봉과 구리봉의 접촉면이 분리될 때 빛과 열을 내는 방전 현상, 즉 아크가 발생한다.

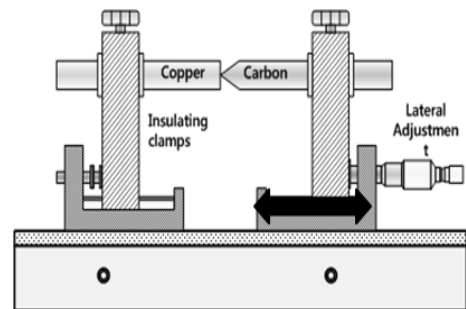


그림 1 아크 발생기
Fig. 1 Arc generator

직렬아크 발생기는 UL1699에서 제안된 그림1과 같은 모형으로 제작하였다. 고정전극으로 사용된 구리봉은 지름 15mm, 길이 200mm로 절단면은 편평하다. 이동전극으로 사용된 탄소-흑연봉은 지름10mm, 길이 150mm로 구리봉과 접촉면은 뾰족하게 깎았다. 아크전압은 고정전극과 이동전극의 양단에서 측정하고 부하 전압은 직렬아크 발생기와 직렬로 연결된 부하 양단에서 측정하였으며 전류는 이동전극측에서 측정하였다. 동일한 조건에서 아크를 생성하기 위해 1회 실험 후 구리봉의 표면이 훼손되지 않은 쪽으로 위치를 변경하였다.

2.2 실험 부하

실험에 사용할 부하는 백열전구로 설정하였다. 그림 2와 같이 회로를 구성하여 이때 발생된 아크를 측정하였다.

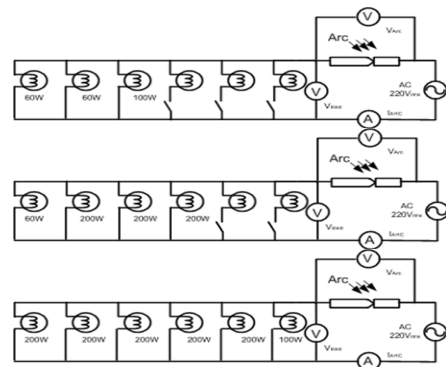


그림 2 부하용량별 아크 실험 회로
Fig. 2 Arc test circuit (220W, 660W, 1100W)

2.3 아크 특성

본 논문에서 분석한 아크 특성의 항목은 다음과 같다. 1회 시험당 6주기를 측정하여 주기별 값의 평균값을 찾았으며 총 6회 시험을 시행하였다. 부하용량을 가변 하여 같은 실험을 반복함으로써 특징을 분석 했다.

- V_{max} 매 주기별 아크 최대 전압.
- I_{max} 매 주기별 아크 최대 전류.
- $V_{plateau}$ 매 주기별 전압 평탄역으로 1/4 주기에 해당하는 전압의 값.
- Arc-power 아크 발생부의 전력으로 아크 전압과 아크 전류의 곱으로 계산.

3. 220Vrms-60Hz 아크 특성

3.1 V_{max}

아크 전압의 최대값은 부하 용량과의 뚜렷한 관계성을 찾을 수 없고, 거의 전위가 없는 정상상태 대비 40V까지의 전위차를 갖는다.

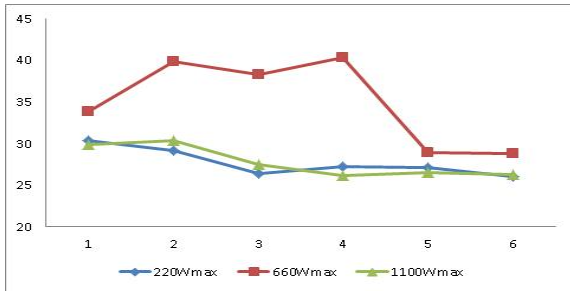


그림 3 부하용량별 아크 최대전압
Fig. 3 Arc max voltage(220W, 660W, 1100W)

3.2 I_{max}

아크 전류의 최대값은 매 주기의 1/4지점에서 나타났으며 정상상태 전류보다 조금 작은 전류 값을 가진다. 부하 용량이 클수록 회로에 흐르는 전류 값도 크므로 아크 전류의 최대값 역시 크게 나타난다.

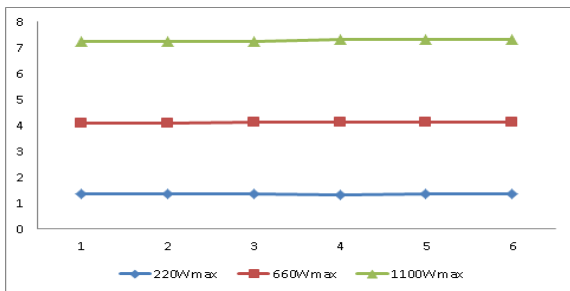


그림 4 부하용량별 아크 최대전류
Fig. 4 Arc max current(220W, 660W, 1100W)

3.3 $V_{plateau}$

아크 전압의 평탄역은 부하 용량과는 뚜렷한 관계성이 없으며 그림 5의 1100W의 경우 실험에 따라 평탄역이 4V가량 낮아졌다. 이는 아크 특성이 옴의 법칙과 맞지 않음을 보인다.

3.4 Arc-power

아크전력은 구형파에 가까운 왜곡이 심한 아크 전압에 의해 그 값이 일정하지 않고 정상시와 비교해 매우 큰 값을 가지며

순시 변화가 큰 특징을 갖는다.

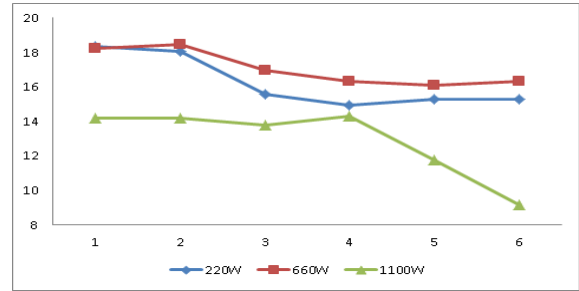


그림 5 부하용량별 아크 전압 평탄역
Fig. 5 Arc plateau voltage(220W, 660W, 1100W)

4. 결론

본 논문에서는 탄소봉과 구리봉으로 구성된 아크 발생기에 백열전구 부하를 연결하고 220Vrms-60Hz 상용전압을 인가하여 부하용량에 따른 직렬아크의 특성을 비교 분석하였다. 부하 조건은 220W, 660W, 1100W로 설정하였으며 각 부하 조건시 이론적으로 전류 1A, 3A, 5A가 흐른다. 아크전압의 특징으로는 구형파에 가까운 전압이 형성되고 매 반주기의 시작과 끝 부분에 큰 전압이 걸림을 확인할 수 있으며, FFT분석을 통해 짝수와 고조파가 있음을 알 수 있었다. 아크 전류의 특징은 전류의 부호가 바뀌는 지점에서 일정기간 영전류가 지속되는 shoulder와 rms값이 정상시 보다 감소하는 것이다. 이러한 직렬아크의 특성을 바탕으로 부하용량을 바꾸어 실험 한 결과 V_{max} 와 $V_{plateau}$ 는 부하 용량과의 상관성보다 두 값 사이의 차이에 주목할 필요가 있다. 평탄역 대비 최대값이 20V이상 차이가 나기도 했다 이는 Arc-power와 연관 지어 볼 때 순간적인 에너지를 동반한다고 볼 수 있다. I_{max} 는 부하용량에 비례하고, 그 값 역시 거의 일정하다. 이것을 통해 저항성 부하에서 아크 전류가 큰 왜곡을 갖지 않음을 확인할 수 있다. 하지만 아크 전류는 전류의 부호 교차점에서 영전위가 지속되는 솔더를 가지기 때문에 솔더의 길이나 반복 유무를 판단하는 것으로 특성을 구별할 수 있다.

본 논문에서 분석한 직렬아크 특성을 아크고장 차단기(AFCI)를 위한 알고리즘에 적용할 수 있다. 저항성 부하 외에 다양한 가전제품을 부하로 하여 실험하고, 직렬아크 뿐 아니라 병렬아크 시의 특성 또한 분석하여 활용한다면 정확한 아크 검출 장치를 구현 할 수 있을 것이다.

이 논문은 2009년 지식경제부 전력산업 원천기술개발 사업의 지원(20101020300210)에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

- [1] 소방방재청 방호조사과, “2008년 화재발생현황 분석”, 국가재난정보센터
- [2] E.Carvou, N. Ben Jemaa, “Electrical Arc Characterization For Ac-Arc Fault Applications”, 55th IEEE Holm Conference, pp.22-27, 2009.
- [3] Underwriters Laboratories Inc. UL1699, “Arc-Fault Circuit-Interrupters”, May, 2003.
- [4] 최수경, “EM 필터가 아크 사고 검출에 미치는 영향분석”, 전력전자학회 학술대회논문집, 2010, p.119~120