

# 직류용 콘센트-플러그의 초기-후기접점 특성

나재호\*, 길태균\*, 김효성\*, 왕용필\*\*

\* 공주대학교 전기전자제어공학부, \*\*한국전기산업연구원

## Characteristics of Pre-Post Contacts of DC Consent-Plug

Jae Ho Na\*, Taekyun Gil\*, Hyosung Kim\*, Yongpeel Wang\*\*

\* School of EE and Control Engineering, Kongju National University

\*\* Electrical Industry Research Institute of Korea

### ABSTRACT

콘센트 플러그는 사용자부하에 전기를 공급하기 위하여 필수적으로 사용하는 전기부품이다. 활선상태인 콘센트 플러그를 임의로 차단할 경우, 교류환경에서는 반주기 마다 전류의 영점이 존재하므로 차단접점에서 발생하는 아크가 자연적으로 소호될 수 있으나 직류환경에서는 개방직전 전류가 영점을 포함하지 않고 일정하기 때문에 그에 따라 발생하는 아크는 교류에 비해 지속적이고 상대적으로 매우 큰 에너지를 방출한다. 교류에서 사용되는 플러그와 콘센트를 그대로 직류에서 사용할 경우, 접속이 끊어질 때 매우 큰 아크전류가 발생하여 플러그와 콘센트의 전극이 녹아서 붙는 융착 사고가 빈번히 발생한다. 본 논문은 콘센트 플러그의 융착 사고를 예방하기 위해 전극의 초기 후기접점 기법을 제안한다. 이를 구현하기 위한 기초적인 연구로서 초기 후기접점 저항을 2단계로 구분하여 접속 및 차단 시 중간단계의 접촉저항을 통하여 부하전류가 단계적으로 바뀔 수 있도록 함으로써 최종 차단 아크전류를 감소시키는 방법을 제안하고 실험을 통하여 성능을 분석하고 설계방법을 제시한다.

### 1. 서론

신재생에너지 발전의 급증으로 인해 DC배전에 대한 관심이 높아지고 있다. DC배전에서 활선상태인 콘센트 플러그를 차단할 경우, 차단접점에서 아크가 발생하고 이러한 아크는 개방되기 직전에 흐르는 전류의 크기에 비례하는 특성을 가지고 있다. 그러므로 DC배전계통의 인체 안전성과 전력설비 및 기기의 안전성을 확보하기 위한 적절한 차단기술이 필요하다. 또한 유도성 직류부하에서 발생하는 역기전력은 플러그에 유도되어 아크전압(Varc)을 생성하므로 사용자의 안전을 위협할 수 있다. 이는 많은 장점을 갖고 있음에도 불구하고 직류배전의 보급을 저해하여왔던 중요한 요인 중의 하나이다.

본 논문은 콘센트 플러그의 융착 사고를 예방하기 위해 전극의 초기 후기접점 기법을 제안하고, 2개 이상의 단계로 구분하여 접속 및 차단 시 중간단계의 접촉저항을 설정하여 부하전류가 단계적으로 바뀔 수 있도록 설계하여 최종 차단 아크 전류를 감소시키는 기술을 제안한다.

### 2. 전원전압에 따른 차단특성 실험

#### 2.1 실험조건

본 실험에서는 직류용 콘센트 플러그의 전극에서 발생하는 아크문제를 해결하기 위한 실제적인 방법으로, 전극의 초기접점 및 후기접점의 저항 값을 2단계로 설계하는 방법을 그림 1과 같이 제안한다. 제안하는 2단계 초기접점/후기접점에 의한 직류용 플러그 콘센트의 접촉자 구조의 기본적 개념을 그림 2에 보인다. 이와 같은 구성에 의해 임의의 원하는 저항체를 이용하여 2단계 접점 구조를 구현함으로써, 직류용 콘센트 플러그의 연결 시 전극에서 발생하는 아크를 효과적으로 방지할 수 있다.

KSC IEC60884 1 규정에 준수하여 콘센트는 황동편을 사용하였고, 공차 +0.05mm의 최대 규정치수를 갖고 공차 0.05mm의 공차간격을 가진 플러그를 사용한다. 또한 플러그를 콘센트에 삽입하고 빼는 동작은 다음과 같은 속도를 5,000회(10,000스트로크) 실시한다. 표 1은 제안된 2단계 초기/후기접점형 직류용 플러그 전극의 특성을 파악하기 위한 실험조건을 보인다. 차단실험의 부하는 부하전류10[A], 시정수 20[ms]의 특성을 갖는 유도성 부하를 사용하였다.

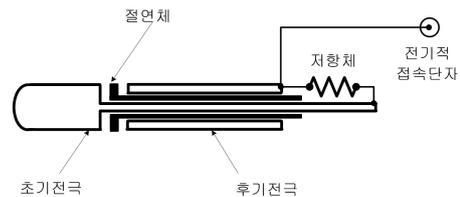


그림 1. 제안하는 2단계 초기/후기접점형 직류용 플러그 전극 설계도

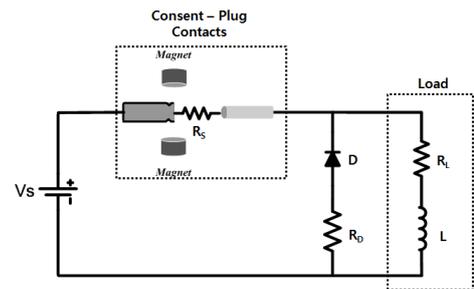


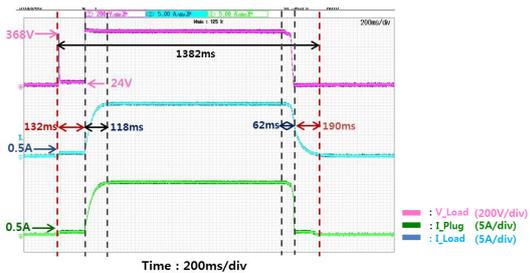
그림 2. 초기접점/후기접점의 전기적 등가회로 개념

## 2.2 후기접점저항(Rs)에 따른 차단특성 실험

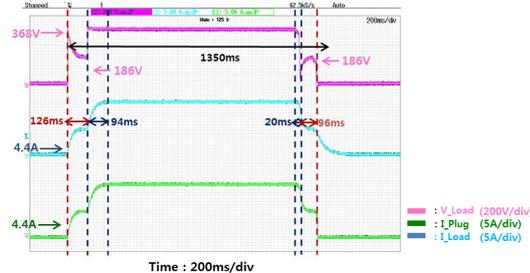
그림 3에 제안하는 2단계 초기/후기접점형 직류용 플러그 전극을 사용한 실험파형을 보인다. 실험에서는 후기접점의 저항을 750Ω, 125Ω, 40Ω, 10Ω으로 다양하게 적용하여 분리시의 아크특성을 파악하였다. 그림 3에 보이는 전류의 파형은 2단계의 분리특성이 관찰된다. 그림에서 초기접점에서 후기접점으로 상태가 천이되는 시간을 보면 그림 4와 같은 특성곡선을 구할 수 있다. 그림 4에서 보이듯이 후기접점의 저항 값이 부하저항 값과 같은 40Ω에서 분리시간이 20ms로서 특성이 가장 좋다.

표 1. 차단실험 조건

Parameters	Value
Source voltage range	400[V <sub>DC</sub> ]
Load current	10[A]
Load time constant	20[ms]
Contact materiel	Cu
Contact tripping speed	50~150[mm/sec]



a) Rs=750Ω



b) Rs=40Ω

그림 3. 제안하는 2단계 초기/후기접점형 직류용 플러그 전극을 사용한 실험파형

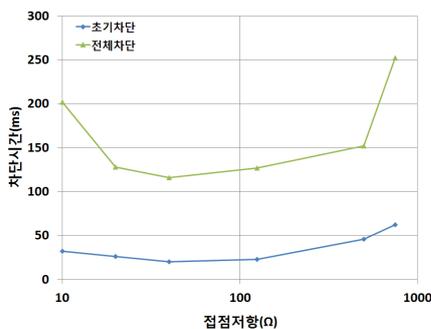


그림 4. 제안하는 2단계 초기/후기접점형 직류용 플러그의 특성곡선

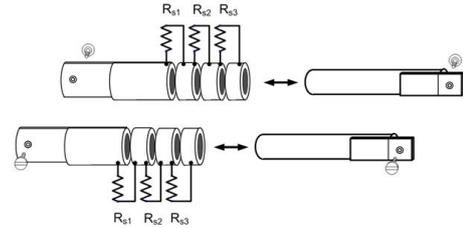


그림 5. 제안하는 다단계 초기/후기접점형 직류용 콘센트 전극과 플러그 전극의 개념

## 2.3 차단특성에 따른 직류용 콘센트-플러그 설계

본 실험에서는 그림 1과 같이 초기/후기접점형 플러그를 2단계로 제작하여 실험을 진행하였지만 실제로는 2단계로 하는 것보다는 다단계로 하는 것이 효과적이며, 플러그 그쪽 보다는 콘센트측에 장치를 하는 것이 경제적으로 타당할 것이다. 그림 5는 본 논문에서 제시하는 다단계 초기/후기접점형 직류용 콘센트 전극의 설계개념을 보인다. 초기전극 및 후기 콘센트 전극을 두 개 이상의 속이 빈 실린더구조로 제작하고 절연체로 분리시킨 후, 각 전극 사이를 저항체를 사용하여 전기적으로 용접하여 연결시킨다.

## 3. 결론

논문에서는 직류배전에 사용할 수 있는 초기/후기접점형 콘센트 플러그의 구현 가능한 구조를 제안하였고 시뮬레이션과 실험을 통하여 단순한 2단계 초기/후기 접점형 콘센트 플러그 구조에 대하여 기초적인 특성을 분석하였다. 기초 실험결과 부하가 결합된 상황에서 콘센트 플러그의 분리 시 초기접점 저항을 부하저항 값과 같은 값으로 할 때 가장 좋은 특성을 확보할 수 있음을 확인하였다. 따라서 다단계 초기/후기 접점형 콘센트 플러그를 제작하는 경우 적절한 직렬 저항 값을 설계하는 지침을 확보하게 되었다. 후후의 연구과제로 본 연구결과를 바탕으로 다단계 초기/후기접점형 콘센트 플러그를 설계·제작하여 실험을 통하여 검증하고자 한다.

이 논문은 산업통상자원부 기술표준원 국가표준기술력향상사업으로 지원된 연구결과입니다 (과제번호: 10049436). 이 논문은 2014년도 정부(교육과학기술부)의 재원을 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2012R1A1A2039747)

## 참고 문헌

- [1] Hyosung Kim, "DC distribution systems and circuit breaking technology", The Journal of the Korean Institute of Power Electronics, Vol. 15, No. 5, pp. 40-46, 2010. 10.
- [2] T.Babasaki, T.Tanaka, Y.Nozaqi, T.Aoki and F.Kurokawa, "Developing of Higher Voltage Direct Current Power feeding Prototype System", INTELEC 2009. 31st International, pp. 1-5, 2009.
- [3] Sung min Lee and Hyosung Kim, "Development of DC Circuit Breaker using Magnet Arc Extinguisher", The Transactions of Korean Institute of Power Electronics, Vol. 17, No. 1, pp. 21-26, 2012. 02.
- [4] Sung min Lee and Hyosung Kim, "Experiment on DC Circuit Breaker for Inductive Load by Improved Magnetic Arc extinguisher and Arc attenuation Circuit", The Transactions of Korean Institute of Power Electronics, Vol. 17, No. 6, pp. 21-26, 2012. 06.