

과전류 차단과 보호협조 성능이 향상된 한류형 COS 퓨즈링크 개발

김윤현^{1*}, 김영주²

¹한밭대학교 전기공학과, ²리폼테크 주식회사

Development of Current Limiting COS Fuse Link with Improved Overcurrent and Protection Coordination performance

Youn-Hyun Kim^{1*}, Young-Ju Kim²

¹Division of Electrical Engineering, Hanbat University

²Reformtech Corporation

요약 컷아웃스위치(COS: Cut Out Switch 이하 COS)는 전력계통에서 수용가로 전력을 송배전하기 위해 사용되는 변압기의 입력단에 설치되어 사고전류로부터 변압기를 보호하기 위해 설치되는 보호장치이다. COS는 크게 퓨즈링크와 COS몸체 및 접속부로 구성되어 사고전류시 퓨즈링크의 엘리먼트가 용단되어 사고전류를 차단하는 역할을 한다. COS 퓨즈링크가 용단되어 발생하는 강력한 아크가 화염과 소음을 유발시켜 주변지역 거주자에게 불쾌감 및 공포감을 주며, 아크화염으로 인하여 주변기기의 2차 피해를 유발시킬 수 있다. 본 논문에서는 COS 동작 시 발생하는 아크와 소음 및 보호협조의 문제점을 해결하기 위해 폭발형이 아닌 한류형 COS 퓨즈를 개발하였다. 또한 과전류 차단 기능이 없는 한류형 퓨즈의 단점을 개선하기 위해 퓨즈 엘리먼트, 스트라이커와 COS 퓨즈금구 개발을 통하여 과전류 차단성능의 신뢰성을 향상시켰다. COS의 동작 특성 향상은 퓨즈 엘리먼트의 최적 형상 도출, 스트라이커의 원활한 동작을 위한 동작선의 재질과 두께 및 저항 산정, 그리고 스트라이커와 연계된 하부금구류의 구조 개선을 통하여 수행하였다. 본 연구에서 개발한 COS 퓨즈링크는 공인기관의 시험을 통하여 차단성능과 보호협조 성능을 검증하였다. 시험은 본 연구의 한류형 COS와 기존의 폭발형 비한류형 COS의 비교 시험으로 수행하였다.

Abstract A Cut Out Switch (COS) is used for line protection and pole transformer protection in power systems. The COS used to protect the pole transformer is installed on the power side of the pole transformer to protect the electric equipment from fault currents. The COS is composed largely of a body and a fuse holder, and when the fault current is energized, the element of the fuse link in the fuse holder is melted to block the fault current. The arc generated when the COS fuse link is blown causes fire and noise, causing discomfort to residents in the surrounding area, and the arc flame can cause secondary damage to the peripheral device. In this study, a current-limiting COS fuse with improved overcurrent blocking performance rather than explosion type was developed to solve the arc and noise problems during COS operation. The overcurrent breaking performance of the current-limiting COS improves the reliability by developing a striker and COS fuse bracket. In addition, this study aimed to verify the performance of the developed current-limiting COS fuse through a test at an authorized institution.

Keywords : Cut Out Switch, Fuse Link, Current-Limiting Fuse, Striker, Overcurrent Breaking

*Corresponding Author : Youn-Hyun Kim(hanbat Univ.)

email: yhyunk@hanbat.ac.kr

Received December 6, 2019

Accepted March 6, 2020

Revised January 13, 2020

Published March 31, 2020

1. 서론

컷아웃스위치(Cut out Switch; COS)는 22.9 kV 배전선로의 주상변압기 인입단에 설치되어 주상변압기를 통하여 전기를 공급받는 수용가에서 발생하는 사고 및 천재지변으로 인한 과전류 발생 등 주상변압기를 파손시키고 일반 수용가에 전기공급 차질을 발생시키는 원인이 되는 사고전류를 미리 차단하여 주상변압기의 파손 및 계통에의 과급피해를 방지하기 위하여 1977년부터 사용되고 있다.

현재까지 근 40년동안 사용되고 있는 COS는 과전류 차단 기능을 가지고 있어 변압기 1차측 또는 단상 분기선로의 개폐 및 보호장치로 사용되는 전기설비로, 과전류에 의해 퓨즈 용단 시 퓨즈 홀더가 자동 탈락하는 구조이며, 퓨즈링크의 용단특성은 ANSI/NEMA에서 K(Fast) 및 T(Slow) Type으로 구분하는데 한전에서는 K Type을 사용하고 있다. 일반적으로 퓨즈링크는 변압기의 과부하 보호보다는 내부의 혼축 사고 시 계통으로부터 고장을 분리하기 위한 목적으로 사용되며, COS 몸체 재료로 자기체를 많이 사용되고 있으나, 최근에 폴리머를 사용한 COS도 개발되어 사용되는 등 COS 형태에 대한 변화는 있었지만, 과전류 차단 성능 향상을 위한 COS 퓨즈 연구 등은 전혀 진행되지 않았으며 현재도 비한류형인 기존의 폭발형 퓨즈링크를 COS에 사용하고 있는 실정이다[1].

폭발형 COS 퓨즈는 과전류가 흐를 경우 내부의 엘리먼트가 용단됨과 동시에 아크와 폭발소음이 발생하게 되고, 이렇게 발생한 폭발소음은 주변지역 거주자에게 불쾌감 및 공포감을 주게 되며, 용단시 발생한 화염 및 진동으로 인하여 주상변압기 및 애자와 같은 주변 설비가 손상될 가능성이 있다[2]. 또한 이와 별개로 한국전력공사에서는 조류 및 수목에 의한 접촉과 자연재에 의한 강풍, 낙뢰 등에 의한 갑작스러운 사고를 신속하게 차단하고 사고점의 아크를 소멸 후 재투입이 가능한 리클로저를 개발하여 사용해 왔다. 리클로저는 기기단독으로 사용하지 않으며, 부하전류 개폐능력을 가진 자동구간개폐기(S/E: Sectionalizer)를 직렬로 연결하여 사용하고 있으며, 수용가의 과부하전류 및 사고단락전류는 COS를 사용하여 차단하고 있다. 그러나 배전선로의 COS가 수용가의 사고전류를 차단하지 못하였을 경우 리클로저가 대신 동작하여 사고전류의 공급을 방지하고 있다. 현재 국내에서 사용되는 폭발형 COS 퓨즈링크의 경우 한국전력공사 한전표준규격(ES)의 성능을 만족하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 특히 시간 내에 차단전류를 차단하지

못하여 연계된 리클로저가 먼저 동작하는 문제가 발생하고 있다. 리클로저가 동작할 경우 짧은 시간 동안 순간정전이 발생하며, 순간정전은 리클로저가 포함하는 모든 라인에 발생하게 되고, 이는 사고가 발생한 수용가뿐만 아니라 다른 수용가에도 영향을 미치게 된다. 따라서 기존 폭발형 COS의 리클로저 등과 보호협조 불가로 인한 순간정전 발생, 수분과 염분 등 자연열화에 취약한 홀더의 개방형 구조로 인한 차단실패성 저하, 고장차단시 아크 및 폭발소음에 의한 고객피해 및 주택가 소음 등 문제점들이 발생하여 본 연구에서는 기존 폭발형 COS의 문제점을 개선한 한류형 퓨즈링크를 적용한 COS의 개발을 제안하고자 한다.

그러나 기존 폭발형 COS는 단락과 과전류에도 동작하지만 한류형 퓨즈는 단락 시만 동작하고 과전류 차단 기능이 없는 문제가 있다. 따라서 단락과 과전류에도 모두 동작 가능한 한류형 COS 퓨즈링크 개발이 필요하므로 본 연구에서는 COS의 요구 기능인 과전류 차단 기능도 포함된 한류형 퓨즈 뿐 만아니라 전원 측 보호기기(리클로저)와 보호협조가 가능하고, COS 퓨즈 동작시 아크 및 소음이 발생하지 않으며, 기존 COS 몸체의 금구 변경 없이 교체 및 고장전류 및 과부하전류 차단이 가능한 한류형 퓨즈를 적용한 COS 퓨즈링크 개발을 목적으로 한다.

본 연구는 상기 목적 외에 기존 기설된 COS 몸체에도 호환 가능한 한류형 COS 퓨즈링크를 개발하기 위해 현재 사용되고 있는 한류형 퓨즈의 엘리먼트 및 스트라이커 구조와 COS 하단금구의 재설계에 의한 구조 개선을 수행하고 공인기관의 시험을 통해 성능을 검증하고자 한다.

2. 본론

2.1 한류형 COS 퓨즈 개발

2.1.1 COS 구조와 특징

COS는 과전류 차단기의 일종으로 한국전력 책임부계점, 배전선로 분기개소, MOF 1차측, PT 1차측, 변압기 1차측 등에 설치하여 사고시 신속히 개방되어 계통파급을 방지하고, 기계기구와 선로의 단락 및 과부하 사고 등을 보호하는 단극 스위치로 인명과 재산보호에 큰 역할을 담당하는 중요한 고압기기이다. COS는 퓨즈가 용단되면 퓨즈홀더가 중력에 의하여 스스로 개방되어 멀리서도 퓨즈의 용단여부를 식별할 수 있다[3].

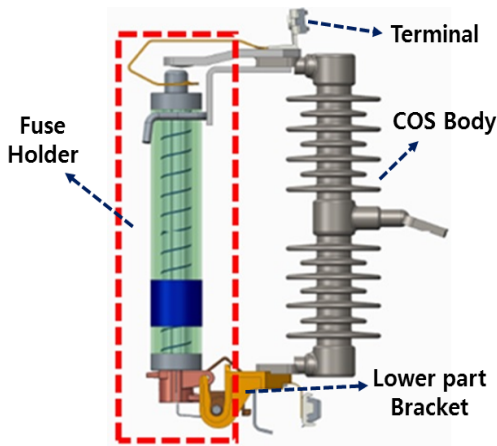


Fig. 1. Structure of COS

그림 1은 COS구조를 보여주고 있다. 그림에서 COS 구조는 몸체, 퓨즈링크, 터미널, 높은 강도의 상하 접속부, 높은 차단 에너지에 견디는 기계적 및 전기적 강도를 가지는 상하 접속 기능 등의 기타 부품으로 구성되어 있다[4].

COS에서 사용되는 비한류형 퓨즈는 고장 발생시 아크에너지에 의해 퓨즈홀더 내부의 물질이 절연성 가스로 되어 아크 가스를 외부로 방출 소멸시켜, 아크를 차단하고 회로가 개방되는 상태, 즉 전류 0 A에서 차단되므로 아크 방출 시 큰 폭발 화염이 발생하고 차단 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 반면, 한류형 퓨즈의 경우는 아크를 퓨즈내 소호제가 자체 흡수함과 동시에 높은 아크 저항을 발생하여 전류를 제한하는 전압 0 V에서 고장전류를 안전하게 차단하는 구조로 외부 아크 방출에 의한 폭발이 없고 차단시간이 단축되는 장점이 있어 본 연구에서는 퓨즈홀더와 하부금구류에 해당하는 한류형 퓨즈링크를 개발하고자한다.

2.1.2 한류형 COS퓨즈 링크 개발

본 연구에서 개발하는 한류형 COS 퓨즈는 상용부하 전류에서의 안전 통전, 과부하 및 과도돌입전류에서의 단시간 허용특성 이하 동작, 반복부하의 충분한 여유 및 차단기나 클로저 등 다른 기기회로와의 보호협조가 가능한 기존 COS의 일반적인 특성뿐만 아니라 기존 폭발형 COS 퓨즈의 충격성 소음 및 화염으로 인한 2차 피해, 낮은 신뢰성 등 문제점을 개선하고자 한류형 기술을 COS 퓨즈에 적용하여 완벽한 아크 소호와 폭발 소음이 없는 한류형 COS 퓨즈를 개발하였다.

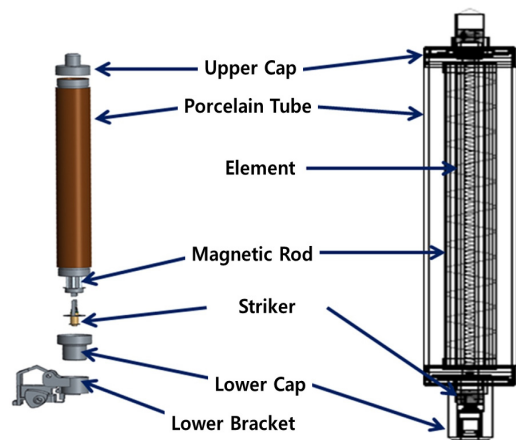


Fig. 2. Structure of Current-Limiting Fuse

본 연구에서 개발한 한류형 COS 퓨즈의 구조는 그림 2에 나타내었다. 주 설계 부품 요소로는 엘리먼트, 스트라이커, 하부금구류이며 기존에 기설된 COS 몸체에도 본 연구에서 개발한 퓨즈링크가 호환 가능한 구조로 설계하였으며 사양은 정격전압 25.8 kV, 정격전류는 5, 10, 15, 20 A의 네 종류이며 정격차단 전류는 12.5 kA로 설계하였다.

한류형 퓨즈는 일반적으로 2차기 보호를 위한 백업용으로 사용하며, 과전류를 차단하는데 어려움이 있어 단독으로 사용하지 않는다. 따라서 과전류 차단이 가능한 한류형 COS 퓨즈를 개발하기 위해 본 연구에서는 과전류 차단이 용이하도록 스트라이커를 설계하여 제작 하였다. 일반적인 스트라이커의 경우 내부 엘리먼트가 용단되었을 때 동작하여 한류형 퓨즈의 동작 상태만을 확인할 수 있도록 하지만, 본 연구에서는 스트라이커를 이용하여 한류형 퓨즈의 과전류 차단 기능이 가능하도록 하였다. 즉 한류형 COS 퓨즈의 스트라이커의 경우 과전류 발생 시 스트라이커에 일부 사고전류가 흐르게 되어 과전류 시 엘리먼트보다 스트라이커가 먼저 동작하도록 설계하였고 과전류 시 스트라이커가 동작하게 되면 본 연구에서 함께 개발된 COS 하부 금구를 통하여 한류형 COS 퓨즈는 하부로 탈락되어 배선선로의 완벽하게 차단되도록 설계하였으며 과전류가 아닌 사고전류의 경우 일반적인 한류형 퓨즈의 개념을 통하여 전류를 차단 가능하도록 하였다.

2.1.3 엘리먼트와 스트라이커 설계

본 연구에서 한류형 퓨즈 엘리먼트를 개발 방향은 차단의 신뢰성을 강화하고 반복 과전류에 의한 열적, 기계

적 피로 하중을 극복하기 위해 엘리먼트의 재료로 순도 99.9 %의 은의 사용을 기반으로 최적인 엘리먼트 노칭 형상과 소호제의 선정을 시험을 통하여 도출하였다. 엘리먼트 노칭 형상은 판형보다 환형이 순간적 열이 발생하였을때 온도 변화가 크게 나타나 열의 전도가 빠르게 이루어짐을 알 수 있었고, 이로 인해 과전압에서 퓨즈 엘리먼트의 용단 시간이 짧을 것으로 예상되는 노칭 형상을 찾을 수 있었다. 또한 반복과전류 실험결과 소호제로 규사충전상태가 기중상태보다 반복횟수 증가에 따른 부하율이 급격히 감소하여 반복횟수에 의한 큰 저항을 갖는 것을 알 수 있었다[5]. 따라서 본 연구의 엘리먼트는 0.28 ϕ 환형 노칭 형상의 엘리먼트와 소호제로 규사를 적용하여 한류형 퓨즈의 개발하였다[5][6].

본 연구에서는 내부 엘리먼트가 용단되었을 때 동작하여 한류형 퓨즈의 동작 상태를 확인할 수 있도록 하는 일반적인 스트라이커의 기능을 재설계하여 과전류 차단도 가능한 구조를 제안하였다. 즉 단락 시에는 엘리먼트 용단에 의한 차단, 과전류 시에는 스트라이커 동작에 의한 차단이 가능하도록 설계하였다.

그림 3과 그림 4는 한류형 퓨즈 내부 엘리먼트와 스트라이커의 구조와 통전 회로의 모델을 나타낸 것이다. 본 연구에서의 과전류 발생시 차단 원리는 일반 사용상태 시 저항비에 의하여 엘리먼트로 통전되고 과전류 통전시 열에 의한 엘리먼트(R1, R2)의 저항이 상승하여 엘리먼트의 저항 상승으로 인하여 스트라이커(R3, R4)로 전류가 통전되도록 하였으며, 따라서 스트라이커 동작선의 과전류에 의한 열이 발생하여 스트라이커 동작선이 용단으로 인한 드랍으로 과전류 차단되도록 설계하였다. 즉 한류형 COS 퓨즈의 스트라이커의 경우 과전류 발생 시 스트라이커에 일부 사고전류가 흐르게 되어 과전류 시 엘리먼트보다 스트라이커가 먼저 동작하도록 설계하였고 스트라이커가 동작하게 되면 본 연구에서 함께 개발된 COS 하부 금구를 통하여 배전선로의 완벽하게 차단이 가능하게 될 수 있다. 이때 스트라이커 동작선의 재질과 두께가 주요한 설계 변수가 될 수 있다. 본 연구에서는 스트라이커 동작선으로 니크롬선을 사용하였고 또한 니크롬선의 버틸력은 스프링의 힘보다 커서 정상상태에서는 스프링 힘을 버틸 수 있고 과전류에 의한 니크롬선의 용단 시에는 스프링의 힘으로 스트라이커가 동작할 수 있도록 니크롬선의 버틸력과 저항을 고려한 니크롬선의 두께와 재질을 선정하였다.

개발한 스트라이커의 성능을 확인하기 위해서 스트라이커 시험 기준 IEC 60282-1 한류형 퓨즈 6.8항의 스트

라이커 시험 기준과 시험 방법으로 6개의 시료에 대해서 시험을 수행하였으며 결과는 표 1에 나타내었다. 시험 전류는 10 A로 수행하는 조건에서 시험 결과 동작시간은 약 42 ms로 기준 동작시간 50 ms 이내를 만족하였으며 주어진 동작 위치 A와B에서의 평균 에너지는 약 0.125 Joule로 기준 에너지 0.05~0.55 Joule을 만족하였고 또한 최대 동작 길이도 약 16 mm로 기준 거리 10~30 mm 범위 이내로 동작하여 스트라이커 시험 기준을 모두 통과할 수 있었다.

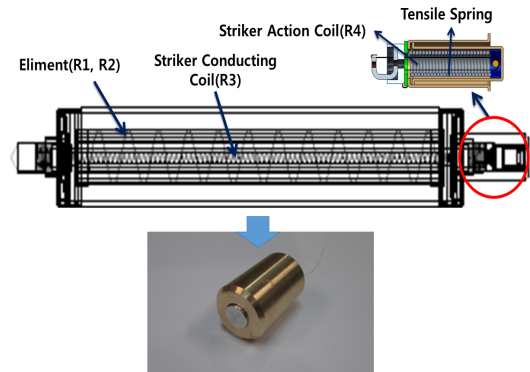


Fig. 3. Structure and Shape of Strike

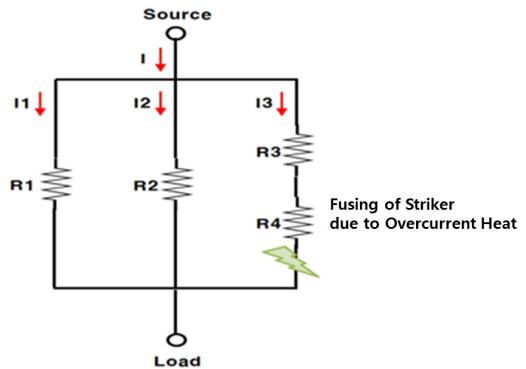


Fig. 4. Equivalent Model of Fuse when applying Current

Table 1. Test Result of Strike

Sample	#1	#2	#3	#4	#5	#6
Test Current (A)	9.5	9.4	9.7	9.3	9.6	9.5
Test Voltage (V)	220	220	220	220	220	220
Operation Time (ms)	43	42	42.7	43.4	41.5	42
FA(N)	21.2	21.4	21.9	21.6	22.1	21.8
FB(N)	9.62	9.45	9.85	9.83	9.24	9.16
AB Average Joule(J)	0.123	0.123	0.127	0.126	0.125	0.124
OC Distance (mm)	16	16.2	16.1	16.4	16.2	16.3

2.1.4 한류형 COS 하부 금구류 개발

기존 폭발형 COS퓨즈 링크는 엘리먼트를 직접적으로 하부 금구류와 연결하여 정상시에는 그림 5(a)와 같이 드랍되지 않는 형태로 구성되어 있다. 사고 전류가 발생하였을 경우 엘리먼트 중간부분에서 용단이 진행되며, 하부 금구류를 잡고 있는 엘리먼트가 COS 하부에 있는 금구류를 지탱하는 힘이 사라져 COS퓨즈링크는 금구류와 분리되어 그림 5(b)와 같이 드랍되는 구조를 갖는다.

그러나 한류형 퓨즈는 단락 시에는 엘리먼트가 용단되지만 과전류에는 엘리먼트가 용단되지 않으므로 한류형 COS 퓨즈링크 또한 동일한 성능을 갖기 위해 스트라이커를 이용한 과전류에도 퓨즈링크가 금구류와 분리될 수 있는 한류형 COS 하부 금구류를 제작하였다. 또한 한류형 퓨즈링크는 폭발형 COS 퓨즈링크와는 달리 완전 밀폐되는 구조를 갖기 때문에 차단 시 스트라이커를 동작하게 함으로써 COS에서 드랍되는 구조이어야 한다.

COS 하부 금구류는 한류형 COS 퓨즈링크를 고정시킬 수 있는 고정 래치가 필요하며 이 고정래치는 COS에 부착할 때와 평소 통전상태에서는 개방이 되지 않도록 고정시켜 있어야 하고 사고 전류가 발생 하였을 경우에는 스트라이커가 동작하여 고정되어 있는 래치를 동작시켜 한류형 COS 퓨즈링크가 COS에서 떨어지는 구조를 갖는다. 이를 통하여 육안으로 차단의 유무를 쉽게 파악할 수 있을 뿐만 아니라 과전류 발생 시 스트라이커의 동작으로 차단할 수 있도록 구성하였다.

그림6은 한류형 COS 퓨즈링크를 COS에 부착한 형태와 상기 설명한 차단 시 스트라이커 동작에 의한 차단 과정을 보여주고 있다. 이 구조는 기존에 설치되어 있는 COS에 적용이 가능하도록 설계하여 호환성을 유지 하였다.

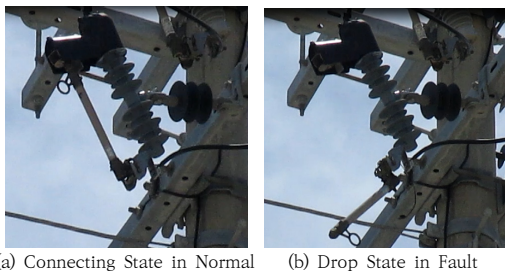


Fig. 5. Picture of COS before and after the Break

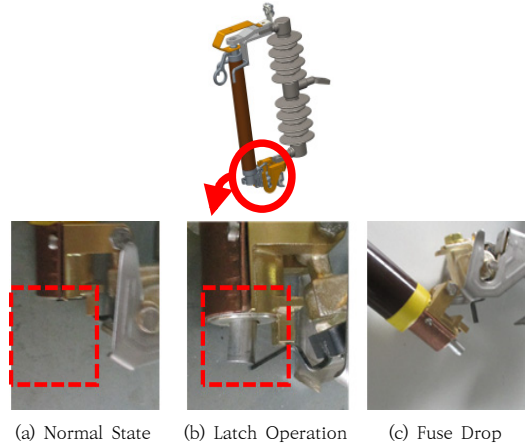


Fig. 6. Operation of Lower Bracket

2.2 한류형 COS 퓨즈의 성능 시험

2.2.1 한류형 COS 퓨즈 차단성능 시험

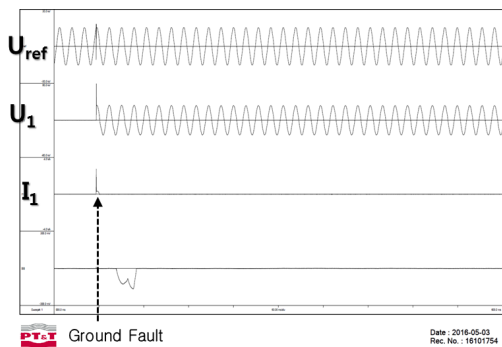
본 연구에서 개발한 한류형 COS 퓨즈링크의 차단 성능을 검증하기 위하여 3가지 항목으로 차단시험을 실시 하였다. 시험은 각각 시험 전압 28.5 kV에 대해 정격전류 20 A인 퓨즈로 시험을 진행하였다.

그림 7(a)는 COS 정격 차단전류 12.5 kA에 대해 25 kA의 고장전류를 투입한 경우의 시험 파형으로 4 ms 이내에서 고장전류를 차단하였으며 그림 7(b)는 830 A의 고장전류를 투입한 경우의 시험 파형에서는 8 ms 이내에서 고장전류를 차단하여 단락 사고 발생 시 단락전류를 한류 억제하여 전원주기의 0.5주기내에서 차단 완료됨을 시험 파형으로 확인하였다. 또한 과전류 상황에서도 차단 시험을 수행하였으며 그림 7(c)는 63 A의 과전류를 투입한 경우의 시험 파형으로 약 560 ms 근처에서 차단되어 과전류 발생 시 스트라이커 동작으로 고전류를 차단하는 것을 확인하였다. 즉 본 시험을 통해서 단락과 과전류 발생 시 본 연구에서 개발한 COS 퓨즈링크의 단락과 과전류 차단 성능을 만족시키고 있음을 확인할 수 있었다.

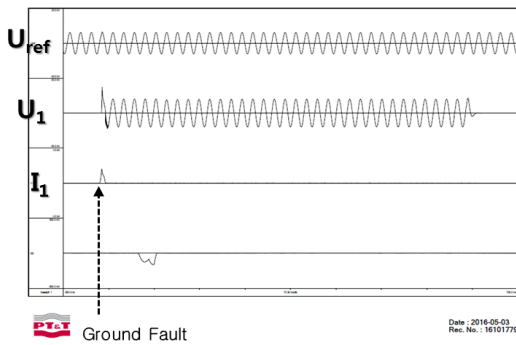
본 연구에서 개발된 한류형 COS 퓨즈와 리클로저간의 보호협조 및 차단성능에 대해 기존의 폭발형 COS 퓨즈와성능 비교 시험을 진행하기 위하여 한국전력공사의 고장전력시험센터에서 인공지락장치를 사용하여 시험을 진행하였다. 퓨즈는 각각 정격전류 5 A인 퓨즈로 시험을 진행하였다. 시험선로의 단선도는 아래의 그림 9와 같으며 인공지락시스템(AFG)을 통하여 인위적인 지락사고를 발생시켜 폭발형 COS의 차단성능 및 리클로저(R/A)와

보호협조를 확인하였으며 사고전류는 400 A를 인가하여 시험하였다.

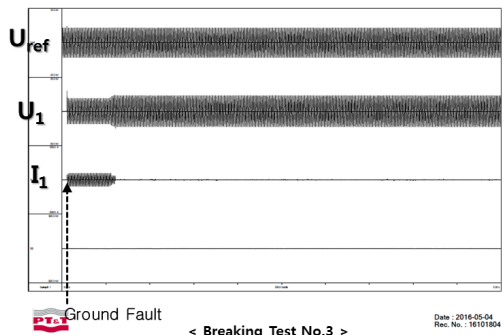
다른 배전선로와 COS의 보호연계를 확인하기 위해 리클로저를 사고전류 발생 후 180 ms에 동작하도록 세팅하였으며, 일반적인 COS 용단시 사고와 무관한 계통의 순간정전을 방지하기 위해서는 리클로저는 동작하지 않아야 한다. 시험은 각각 폭발형 COS와 한류형 COS 순으로 시험을 진행하였으며, 차단성능 시험조건은 5 A 정격전류 퓨즈에 대해, 리클로저 동작전류 400 A, 지락전류 70 A(N2 Curve)인 상태에서 인공고장발생장치로 고장전류를 400 A 인가하였다.



(a) 25kA Fault Current Test



(b) 830A Fault Current Test



(c) 63A Fault Current Test

Fig. 7. Breaking Test of Current-Limiting Fuse



Fig. 8. Picture of Performance Test Site

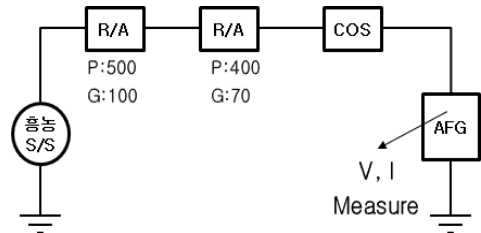


Fig. 9. One Line Diagram of Test Setup

그림 10과 11은 각각 폭발형 COS와 한류형 COS의 차단 순간의 사진을 보여주고 있으며 그림 12와 13은 시험 파형을 보여주고 있다. 그림 10과 12와 같이 폭발형 COS 퓨즈링크의 경우 사고전류 차단 시 COS 퓨즈링크가 드랍되어 차단됨과 동시에 큰 폭발음과 화염이 방출됨을 확인할 수 있었다. 또한 폭발형 COS 퓨즈 시험 데이터를 분석한 결과 180 ms까지 사고전류를 퓨즈가 차단을 하지 못해 리클로저가 동작하여 사고전류 차단에 개입하였으며, 이후 리클로저는 580 ms 이후에 재투입된 이후에 폭발형 COS 퓨즈링크의 차단되었다. 따라서 리클로저 동작 시간 180 ms이내에 COS가 차단하지 못하고, 리클로저가 차단에 개입한 후 재투입까지 580 ms의 시간이 경과하였으며, 리클로저 차단시간 동안 사고라인이 아닌 다른 수용가 라인에 순간정전이 발생하게 되는 것을 확인 할 수 있었다.



Fig. 10. Non Current Limiting COS



Fig. 11. Current Limiting COS

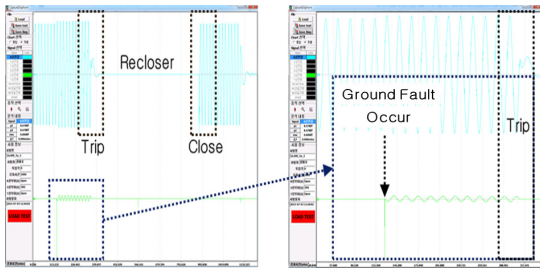


Fig. 12. Test Result of Non Current-Limiting COS

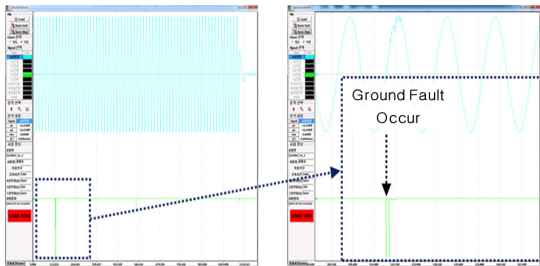


Fig. 13. Test Result of Current-Limiting COS

폭발형 COS 퓨즈링크와 리클로저의 불완전한 보호협조와 아크 및 소음으로 인한 2차 피해, 전류차단에 대한 낮은 신뢰성 등의 문제점을 개선하고자 한류형 퓨즈 기술을 COS 퓨즈에 적용하였다. 한류형 퓨즈의 경우 사고전류가 증가하는 것을 제한하여 수용가 부하 및 수용가에 높은 사고전류가 흐르는 것을 막아 기기의 손상을 억제시킬 수 있다. 또한 폭발형 퓨즈와 달리 사고전류 차단시 화염 및 소음이 발생하지 않는 장점을 가진다. 개발된 한류형 COS 퓨즈링크의 경우 신뢰성을 확보하여 단락전류 및 과부하전류에 동작이 가능하며, CB 및 리클로저와 보호협조가 가능하도록 설계하였다.

한류형 COS 퓨즈링크도 폭발형 COS 퓨즈링크와 동일한 조건에서 진행하였으며, COS 퓨즈 링크를 제외한 모든 회로를 동일하게 구성하였다. 한류형 COS 퓨즈의 시험 결과는 그림 11과 13과 같이 폭발형 COS 퓨즈링크와 달리 사고전류 차단시 화염 및 폭발음이 발생하지 않는 것을 시험으로 확인하였으며, 리클로저 세팅 시간내인 4.65 ms에 과전류를 차단하여 리클로저가 동작하지 않는 것을 시험으로 확인하였다.

상기 시험 결과 한류형 COS 퓨즈링크는 한전규격에 맞게 100 ms 이내에 차단을 하였으며, 또한 폭발형 COS 퓨즈의 경우 현재 한국전력공사에서 사용하는 배전선로 보호용 리클로저가 순간 동작하여 사고지역의 다른 배전선로에 순간정전을 일으켜 수요자에게 금전적 피해를 일으킴과 동시에 계통의 전력품질에도 영향을 미치게

되지만, 차단능력이 향상된 한류형 COS 퓨즈는 리클로저 트립 이전에 계통에서 고장부분을 제거하여 다른 배전선로에 불필요한 순간정전이 수반되지 않음을 알 수 있었다.

3. 결론

본 논문에서는 과전류 차단성능을 포함한 차단성능 및 리클로저와의 보호협조 성능을 향상시킨 한류형 COS 퓨즈의 개선 개발을 수행하였다. 또한 폭발형 COS 퓨즈링크와 한류형으로 개발된 COS 퓨즈링크의 성능을 비교하고 배전선로의 보호협조에 관하여 분석하였다. 과전류 차단성능을 개선하기 위해 스트라이커와 하부금구류의 구조를 개선하였으며 기존 폭발형 COS 퓨즈링크의 차단 성능 저하와 보호협조 문제점을 해결하였다.

폭발형 COS 퓨즈와 비교 시험을 통하여 개발제품의 성능을 분석한 결과 폭발형 COS 퓨즈링크의 경우 사고전류에 대하여 보호협조가 되지 않아 원활한 차단이 되지 않고, 사고전류 차단용이 아닌 리클로저가 대신 동작하는 문제점이 발견되어 리클로저의 동작으로 인한 사고가 발생한 수용가가 아닌 다른 수용가에 순간정전이 발생하는 문제점을 가지고 있다. 그러나 한류형 COS 퓨즈링크의 경우 차단 신뢰성이 향상되어 사고전류에서 100 ms 이내에 차단하는 것을 시험을 통해서 확인하였고 리클로저의 동작 세팅시간인 180 ms 이내로 차단하여 2차 보호기기인 리클로저가 동작하지 않으며, 사고전류 차단시 폭발음이나 화염이 발생하지 않는 것을 공인인증기관 시험소의 시험을 통하여 확인하였다. 또한 차단 성능 시험에서 단락 등 사고 전류뿐만 아니라 과전류 차단성능도 만족하게 동작하는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통해서 개발된 한류형 COS 퓨즈링크는 새로운 대체품 없이 장기간 사용 되어온 폭발형 COS의 차단성능 및 배전선로의 보호협조에 원활하게 이루어지지 않는 문제점을 개선하여 기존 폭발형 COS의 문제점으로 인한 고장 및 순간정전과 폭발, 소음 등을 해결할 수 있는 대체품으로 적용될 것으로 예측된다.

References

[1] KEPCO Development business headquarters, "Glossary of Technical Terms for Transmission and Distribution", Korea Electric Power Corporation, pp.

448, Feb. 2013

- [2] Korea Electric Power Corporation, "Cut Out Switch for Extra-high Tension", KEPCO Standard Specification, vol.3, ES-5920-0002, Apr. 2008
- [3] H.Y. Song, K.M. Ju., D.H. Lee, N.K. Kang, N.H. Jung, "An Experimental Study on the Propagation Characteristics and Reduction of Impulse Noises from a High Voltage COS Fuse", *The Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Proceeding of Autumn Conference*, pp. 71-74, 2005
- [4] P.S. Shim, "A Study on the Cut-out Switch for the Protection of Transformer in Power Utility System", *Hoseo University Department of Safety Engineering PhD Thesis*, pp. 84-85, Jun, 2004
- [5] Y-H Kim, "A Study on the melting Characteristics of Fuse Element by Repeating Overcurrent", *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, vol. 22, No. 2, pp. 120~126, Feb. 2010.
- [6] J.K. Song, H.Y. Kim, "Study of Deterioration Improvement of Power Fuse", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 15, No. 6, pp. 3827~3831, 2014.

김 영 주(Young-Ju Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 한밭대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1996년 7월 ~ 2005년 5월 : LG 산전 고압설계팀
- 2019년 7월 ~ 현재 : 국가기술표준원 퓨즈분야(IEC TC 32) 전문위원회 위원
- 2006년 1월 ~ 현재 : (주)리폼테크 대표이사

<관심분야>

전력설비, 전력계통

김 윤 현(Youn-Hyun Kim)

[중신회원]



- 1989년 2월 : 한양대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 2002년 2월 : 한양대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1989년 3월 ~ 1999년 2월 : LG 산전연구소 책임연구원
- 2003년 4월 ~ 현재 : 한밭대학교 전기공학과 교수

<관심분야>

전기기기, 전력전자, 전력설비