

COS 활선작업시 작업자의 전기적 위험성 검토

권태호, 김동명, 김한홍
한국전력공사

The Study of Electrical Dangerous of Live-line Work

Tae-Ho Kwon*, Dong-Myung Kim*, Do-Hoon Lee**
Korea Power Electric Corporation*, LS Industrial Systems CO., Ltd**

Abstract - 본 논문은 COS 활선 교체 작업시 발생할 수 있는 전기적인 위험성에 대한 연구를 수행한 것으로 현장특성을 최대한 고려하여 시험하였다. 시험결과, 일반적으로 절연체로 생각되는 COS 애관 및 결합애자에서도 전위가 유도됨을 확인하였으며, 활선작업 시 발생할 수 있는 감전에 대한 경로분석 및 인체에 대한 영향을 검토하였다.

1. 서 론

1960년대부터 우리나라에서 시행되고 있는 활선작업은 초기 고무장구를 사용한 직접작업 공법을 적용하였으나, 계통전압이 높아지면서 절연공구를 이용하는 간접작업 공법이 주류를 이루었으며, 계통의 규모가 높은 성장물로 커지게 되면서 활선 작업은 확대되었고 수요가 커짐에 따라 활선 작업의 효율성을 높이기 위하여 절연공구를 이용한 간접작업 외에 공중 작업차와 같은 활선 작업용 장치를 이용한 공법을 개발하여 시간의 단축을 꾀하고 있다.

활선 작업은 작업자가 충전부와 직접적으로 접촉하여 작업이 이루어지므로 감전 재해를 일으키기 쉬운 위험한 작업이며, 추락위험, 숙련 기능의 필요, 중노동 및 낮은 작업성 등과 같은 문제점도 함께 갖고 있다. 이 위험성으로는 활선 작업을 실시하는 경우에 단락이나 지락 등에서 발생하는 아크로 화상을 입을 수 있고, 충전부 접촉에 의한 전격도 피해를 가져올 수 있으며, 특별 고압인 경우에는 섬락 등에 의한 전격 등의 재해도 발생할 수 있다. 점차 전압이 높아짐에 따라 위험도가 증가한 배전선로에서 활선 작업의 간접화에 대한 요구, 경제성 제고, 전공 인력의 감소에 대한 대책방안, 작업의 위험성 탈피 등의 관점에서 작업자의 전기적 위험성을 검토하였다.

2. 본 론

2.1 COS 활선작업시 위험성 검토

2.1.1 시료

COS(Cut Out Switch)는 배전계통에 가장 많이 설치되어 있는 3 종류를 선정하여 시험하였다. 각 시료의 특성을 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 시료 제원

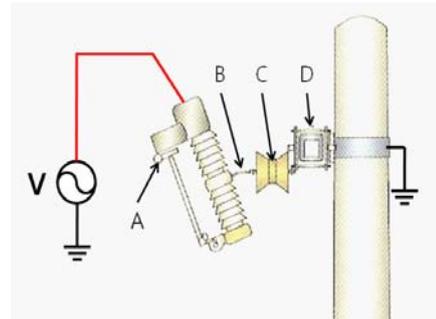
번호(No.)	절연재료	제조년월	제조사
#1	세라믹	2006. 04	X
#2	세라믹	2004. 10	Y
#3	폴리머	2004. 06	Z

2.1.1 전위 측정

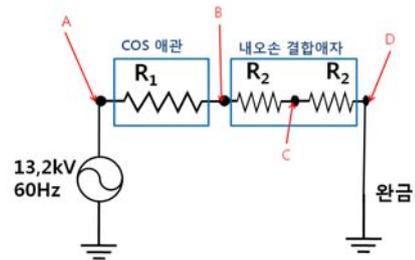
COS 활선작업시 작업자가 접촉될 가능성이 큰 4개소에 대해 전위를 측정하였다.

<표 2> 전위 측정개소

기호	측정개소
A	COS 단자
B	COS 브래킷
C	내오손결합애자(중간)
D	완 금



<그림 1> 전위측정개소



<그림 2> 등가회로도

<표 3> 전위측정 결과

구분	유도전위[V] ^(주1)				누설전류 [mA]
	A	B	C	D	
#1	13,200	2,690	159	0	0.8
#2	13,200	2,350	160	0	0.8
#3	13,200	1,780	135	0	0.8
평균	13,200	2,273	151	0	0.8

주 1) 유도전압의 측정값은 10회 측정 후 평균하였음

2.2 감전사고시 통전경로 및 영향 검토

2.2.1 안전기준

감전이란 인체에 전류가 통과하는 것이 감지되는 상태를 의미한다. 즉, 전격의 위험도를 나타내는 가장 큰 요소는 인체에 흐르는 전류값이고 전압의 크기는 2차적인 것이다. 따라서 일반적으로 전격에 대한 위험 전압을 명시할 수는 없지만 세계 각국에서는 인체저항이 매우 낮아질 가능성이 있는 장소에서 작업하는 경우의 안전전압으로 <표 4>의 값을 채용하고 있으나, 국제표준인 IEC는 환경조건에 따라 습기가 많은 경우에는 25 V, 건조한 경우에는 50 V로 구분하여 조건별 전원차단 시간을 규정하고 있다.

건강한 남자(작업자)가 일상조건에서, 전력선에 접촉하였을 경우 안전 조건은 다음과 같다.

- 접촉 안전전압 : 30 V이하(산업안전보건법)
- 통전전류 : 9 mA이하(대한전기협회, 1983)

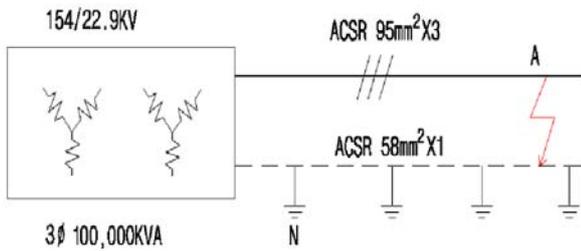
〈표 4〉 각국의 안전전압

국가명	안전전압[V]	국가명	안전전압[V]
체코	20	영국	24
독일	24	네덜란드	50
벨기에	35	오스트리아	60(0.5초)
스위스	36	프랑스	14(교류), 50(직류)
일본	24~30	한국	30

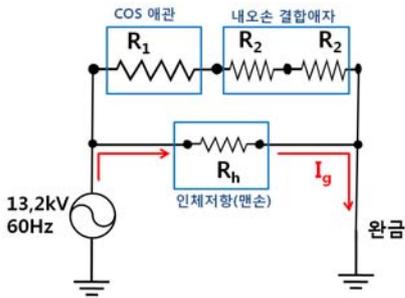
2.2.2 감전경로

□ 전선에 작업자가 접촉한 경우

작업자가 전선에 접촉되어 감전되는 경우 지락 또는 단락 전류가 인체를 통하게 된다. 이때의 감전전류를 <그림 3>과 같은 회로조건으로 계산하였다. 최악조건을 모의하기 위해 작업자는 맨손으로 전선에 접촉되었으며, 가장 작은 고장전류에 인체 위협여부를 확인코자 작업장소는 변전소로부터 9 km 떨어진 곳에서 지락경로의 감전사고가 발생한 것으로 모의하였다.



〈그림 3〉 감전시 회로도(지락)



〈그림 4〉 직접 접촉시 감전 회로도(지락)

- 접촉전압 : 13,200 V
- 배전선종 : ACSR 95 mm²(중성선 ACSR 58 mm²)
- 변전소와 이격(A지점) : 9 km(3상선로 말단 고려)
- 인체저항(Rh) : 1,000 Ω으로 가정(IEEE Std 80/7.1, 맨손 접촉)

상기의 조건으로 계산한 결과, 인체를 통과하는 감전전류는 약 13 A임을 확인하였다.

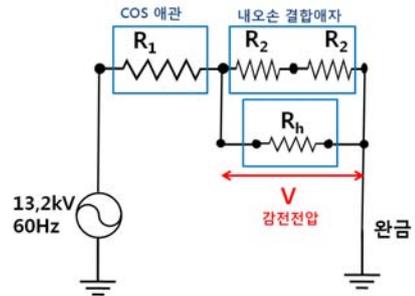
□ 애자에 작업자가 접촉한 경우

작업자가 COS 애관 또는 결합애자에 접촉되어 감전되는 경우이며, 전기적인 위험으로부터 가장 안전하다고 판단되는 결합애자의 몸통에 접촉할 경우를 상정하여, 전위를 측정된 결과 최소 135 V가 유지되는 것으로 측정되었다. 인체저항(Rh)을 1,000 Ω으로 가정할 경우 통전전류는 135 mA이다.

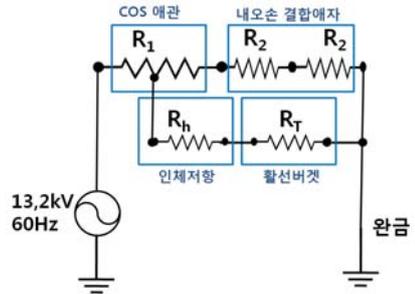
□ 활선절연차 바깥을 타고 작업자가 COS를 잡았을 경우

활선절연차와 대지간의 절연저항(RT)은 ∞ Ω이라고 추정할 수 있다. 따라서 작업자의 인체(Rh)에 분담되는 전압은 분압법칙에 따라 거의 0 V에 가까울 것으로 판단된다.

작업자가 활선절연차 바깥에서 작업시 COS 애관 등에 접촉되었을 경우, 바깥과 접지부(대지, 완금 등)와 절연이 확보가 된다면 감전의 위험은 적을 것으로 추정되나, 인체 접촉 시 스파크 등에 의한 2차사고(추락 등)가 야기될 우려가 있다.



〈그림 5〉 애관에 접촉시 감전 회로도



〈그림 6〉 활선바깥에서 작업시 감전 회로도

3. 결 론

1. 활선바깥에 탑승한 작업자가 COS에 직접 손으로 접촉하였을 경우 결합애자의 몸통부위도 최소 135 V이상 전압이 유지되므로, 작업 중 인체가 완금(접지체)과 닿아 있는 상태에서는 맨손으로 접촉할 경우 감전사고 위험이 있다.
2. 작업자가 활선바깥에 타고 있더라도, 활선장구를 착용하지 않았다면 아래와 같은 경로상에 있을 경우 감전이 될 수 있다.
 - ① 전선 → 인체 → 완금(접지)
 - ② 전선 → 인체 → 전선
 - ③ COS 애관 또는 결합애자 → 인체 → 완금(접지)
3. 활선바깥에서 작업시 전선의 충전부위에 접촉할 경우 활선바깥차는 배전선과 대지와의 절연으로 작업자의 안전을 보장하지만, 상기 2항의 경로를 형성할 경우 감전의 위험이 있으며, 작업 조건에 따라 영향이 다르므로 작업안전수칙의 준수가 필요하다.
 - 건조상태에서 활선장구의 내력 고부장갑 30 kV, 안전화 10 kV 이상
 - 주수상태에서는 약 1/2~1/3로 저하됨
 - 젖은 소매는 절연물이 아님
4. 절연물(바깥 포함)은 전하를 저장하는 특징이 있으므로, 인체를 경유하는 방전경로를 구성할 경우 전기쇼크, 스파크 등에 의해 심실세동, 추락의 위험이 있으므로 활선장구 착용은 필수적이다.

[참 고 문 헌]

[1] 일본전기협회, 전기기술기준 배전규정, 일본전기협회, 1982.
 [2] 이복희, 이승철, 접지의 핵심 기초 기술, 도서출판 의제, 1999.
 [3] 高橋健彦, 이형수역, 접지시스템 입문, 성안당, 2003.
 [1] “전기사고조사”, 한국전기안전공사, 2006