

## 발광형 COS조작봉의 안전작업 효과 분석

최명호\*, 지용현\*, 김동식\*, 이순배\*, 최상준\*\*, 정은영\*\*  
한국전력공사\*, (주)에디테크\*\*

### The study of the COS control stick with lighting equipment

Myeong-Ho Choi\*, Yong-heon Ji\*, Dong-Sik Kim\*, Soon-Bae Lee\*, Sang-Jun Choi\*\*, Eun-Yeong Jung\*\*  
Korea Electric Power Corporation\*, editech Corporation\*\*

**Abstract** - COS 조작봉은 선로의 사고나 설비교체 또는 수리 등이 필요할 때 활선상태에서 COS를 개폐하기 위한 장비로서 보통 절연특성 및 강도가 우수하고 경량소재인 FRP(Fiberglass Reinforced Plastics)로 제작된다. 따라서 특고압 선로에서 작업 중 안전사고를 예방하기 위해 사용되는 장비인 만큼 안전거리 확보와 작업의 편리성을 고려하여 직접 조작봉을 연장하여 사용할 수 있도록 다단으로 제작되며, 조작봉의 크기는 작업 조건에 따라 길이를 선택하여 사용할 수 있도록 2, 4, 6m급 등 길이에 따른 종류별로 생산되고 있다. 이러한 COS 조작봉의 사용특성은 장소와 시간에 관계없이 사용이 가능해야 하고, 특정한 사정에 의해서 작업자 혼자서 사용할 수 있도록 조작봉과 일체된 조명장치의 필요성이 항상 제기되어 왔던 문제이다. 본 논문에서는 이러한 문제점에 주안을 두고 조작봉과 일체된 전기검출에 의한 발광동작을 제어할 수 있는 발광형 COS 조작봉에 대해 각각의 구성별 요소들을 분석하고자 한다.

#### 1. 서 론

국내에서 사용하는 COS 조작봉은 60년대의 목재로 제작된 스틱을 조립하여 사용되던 것에서부터 지금의 낚시대형 제품까지 사용하는 목적은 동일하나 보관 및 사용편의성을 고려하여 일부 외형구조 외에는 변화가 없었다. 현재 COS 조작봉을 사용할 때 야간작업에서는 조명등 또는 차량전등을 이용하여 COS를 조작하고 있으나 주택가 골목과 같은 차량접근이 불가능한 지역에서는 별도의 인원이 조명등을 비추어주고 작업할 수밖에 없는 여건이었다. 그러나 조작봉의 헤드부분에 일정조도이상의 조명장치를 부착하여 사용할 수 있다면 작업자 1인이 COS를 조작하는 것은 문제가 되지 않으며 날씨와 환경에 관계없이 작업이 가능하여 작업능률을 향상시킬 수 있다.

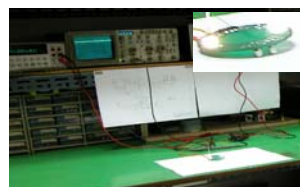
#### 2. 본 론

##### 2.1 전기검출

고압선로에서 유기되는 전계를 회로에 내장된 Ant.를 통하여 검출하게 되면 Logic IC를 통하여 초단(初段)의 전계크기를 검출하고 특정 값 이상의 전계검출 유무를 판단하도록 구성하였다. 전계의 크기가 특정 값 이상이면 신호를 한 번 이상 증폭하게 함으로서 일단 전계가 검출되면 작업 중 조작봉이 활선으로부터 일정거리 이상 밖으로 벗어나도 LED가 동작할 수 있도록 약 10초간 지연시켜 MCU로 High신호를 출력하고 1m 이상 떨어지면 Low 신호를 출력하도록 하였다. <그림 1. 2>는 전계검출에 의한 발광부 동작특성을 나타낸 것으로서 검출안테나를 이동시킬 때 스크로프에서 나타나는 것과 같이 신호가 정상적으로 High/Low로 출력되는 것을 확인 할 수 있다.



<그림1 대기상태>

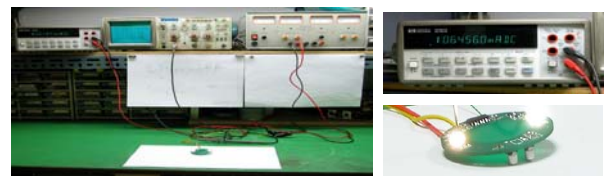


<그림2 전계검출상태>

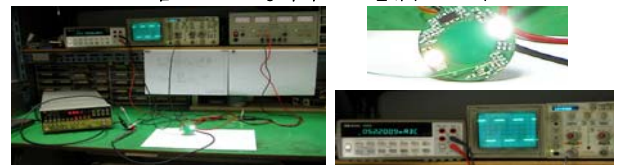
##### 2.2 발광제어부(LED Driver)

발광제어는 전력소모를 최대한 적게 할 수 있도록 LED를 상시 동작시키는 Static 방식을 피하고 LED 점등에 필요한 최저전력을 얻기 위한 Dynamic 방식을 채택하여 2개의 고휘도 LED에 60Hz의 서로 다른 위상의 구형파를 가하여 빛의 잔상효과를 이용할 수 있도록 하였다.

아래 <그림 3, 4>에서 보느냐와 같이 Dynamic 방식을 사용할 때 소비전류는 Static 방식의 1/2(106mA → 52mA)로 감소하는 것을 확인할 수 있다.



<그림3 Static 방식의 소모전류(106mA)>



<그림4 Dynamic 방식의 소모전류(52mA)>

##### 2.3 Dynamic Driver 회로

발광부의 주요동작은 비 접촉 상태에서 전계를 검출하여 고휘도 LED를 점등할 수 있어야 하고 Stand-By 상태에서의 소비전력을 최소화하기 위하여 1초 마다 100ms만 LED가 동작하도록 하고 전계가 검출되었을 때만 LED 전원이 정상으로 공급되고 전계가 검출되지 않으면 MCU 자체가 회로전원을 차단하도록 구성하였다. 또한 수동 on/off Mode를 추가하여 발광이 필요 없는 주간작업에서는 발광부를 정지시킬 수 있고, 작업자의 실수로 off 하지 않았을 때 스스로 회로전원을 차단하는 절전기능을 구성하였다. 그리고 LED 동작 시 소비전류를 최소화하기 위하여 Dynamic Driver를 채용하여, 동일조도에서 발광효율을 최대한 높게 하였다.

##### 2.4 조작봉 및 두부구조

###### 2.4.1 조작봉 구조 및 재질

조작봉의 특징은 절연능력과 강도가 좋아야하고 중량 또한 적은 것이 작업자의 안전과 작업능률향상에 영향을 미치기 때문에 재료로는 섬유강화 플라스틱(F.R.P)을 사용하는 것이 일반적이다. FRP의 특징은 불포화 폴리에스터 수지와 유리섬유를 혼합하여 만들어진 복합재료로 이것은 철보다 가볍고 알루미늄보다 내식성이 강하며 열과 화학적 변화가 적어 석유화학, 전자제품, 기어, 베어링, 건축, 레저, 자동차나 비행기 경량화 등 광범위하게 사용되는 재료로 성형이 비교적 간단하여 대량생산이 가능하고 표면을 미려하게 가공하기가 용이하여 본 연구에서도 FRP를 사용하여 절연봉을 설계하였다.



<그림5 절연봉 성형제품>

###### 2.4.2 두부 및 발광부

조명이 직접 조사되는 두부부분을 강화플라스틱 소재를 이용하여 조작봉 연결부분과 일체형으로 설계함으로써 강도를 보강하였고, Upper, Low 케이스를 너트로 상, 하에서 체결하도록 하여 배터리 교체에 따른 내구성을 높였다. 발광시 짧은 공간에서 빛을 집광시키기 위한 평첼렌즈 및 Reflector 위치를 급구접속부위와 중첩되지 않도록 구성하여 음영이 발생하는 것을 방지하였다.

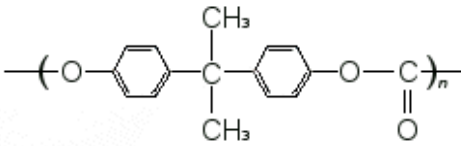


<그림6 두부구조>



<그림7 렌즈 및 리플렉터>

두부는 조작봉과 연결되어 실질적으로 COS를 조작하기 위한 금구체결부분으로 강도가 우수하고 변형이 일어나지 않은 재료선택이 중요한 부분이다. 또한, 성형시 제품중량이 적은 점과, 작업중 일어날 수 있는 아크에 대비해 내아크성을 고려한 고강도 특수강화 프리스틱(Polycarbonate)을 선택하여 설계하였다. 폴리카보네이트는 <그림 8>과 같은 화학구조를 가진 대표적인 엔지니어링 플라스틱의 하나이다. 엔지니어링 플라스틱은 강철보다도 강하고 알루미늄보다도 전성이 풍부하며, 내화학성이 강한 고분자(高分子) 구조의 고기능 수지이다. 따라서 이 플라스틱은 강도, 탄성뿐만 아니라, 내충격성, 내마모성, 내열성, 내한성, 전기절연성 등을 균형적으로 갖추고 있고 또한 투명하고 자기 소화성(消火性)을 보이기 때문에 현재 중요 전자부품, 자동차 부속 등으로 널리 쓰이고 있다.



<그림8 폴리카보네이트의 화학구조식>

### 2.5 성능시험

새로 개발된 제품에 대하여 한국전기연구원에 성능시험을 의뢰한 결과 아래와 같은 결과가 나왔다. 본 성능시험 항목은 노동부에서 고시한 항목을 토대로 한전에서 잠정규정한 구매규격서를 참고한 것이다.

#### 2.5.1 내아크시험

시험방법(KS M 3015)	시험결과 (s)
전극간격을 시료의 표면에 6.35mm로 고정된 상태에서 시험조건의 통전단계 순서대로 전압 및 전류를 인가하였을 때 시료표면의 절연이 파괴되는 시간을 측정.	127
	127
	128

<표1 내아크시험 결과>

#### 2.5.2 전기적시험

시험방법 및 기준	시험결과	규격
절연봉의 손잡이를 제외한 절연부분에 임의의 30cm 간격을 택하여 양 끝에 알루미늄박을 밀착해 감고 그 사이에 DC 1000V 절연저항계를 사용하여 절연저항측정	2000MΩ 이상	6m 3m
절연저항을 측정 후 AC 60Hz/75kV로 5분간 인가하였을 때 섬락 · 발열 등에 의한 이상현상 유무 확인	이상 없음	6m 3m
상용주파 내전압시험을 하였을 때 양단에 흐르는 누설전류값 측정	71.8μA	6m
	67.0μA	3m

<표2 전기적시험 결과>

#### 2.5.3 전계검출 동작시험

전압(kV)	7	8	9	10	11	12	13	14	15
동작거리 (m)	0.76	0.76	0.80	.086	0.91	0.95	0.97	1.02	1.06

<표3 전계검출 동작시험 결과>



<그림9 전계검출시험>

## 3. 결 론

COS 조작봉은 한전에서 전기원이 가장 많이 사용하는 안전장구 중 하나로 사용빈도 또한 높은 편이다. 그러나 지난 수십년간 다용도로 사용함에 비해 그 기능이나 형태 또한 변화가 없어 현재의 작업환경과 일치하는지에 대한 체계화된 연구결과가 필요한 실정이다.

발광형 COS 조작봉은 현재와 같은 작업환경에 부합시키기 위해서는, 발광기능 외에 사용자의 신체에 적합하도록 봉의 구조와 크기를 조정할 필요가 있고, 강도와 처짐정도가 안전규격에 적합하면서 무게와 굵기를 축소시킬 수 있는 재료개발이 필요하다. 현재 사용되는 FRP 재료는 절연능력은 우수한 반면에 무게를 축소하고 강도를 보강하는데 한계가 있을 수밖에 없기 때문에, 슈퍼엔지니어링 플라스틱 중에 폴리스폰이나 제트엔진 Turbine 용으로 사용되는 폴리아미드이미드(PAI Polyamide Imide) 같은 재료를 경제적으로 사용가능하도록 화학적 접근방법을 모색하여 보는 것도 대안이 될 수 있다고 본다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한경희 외 2인, “전력전자공학-기초이론과 응용실습-”, 형설출판사, 1999년
- [2] 유상봉 외 8인, “현장 기술자 및 전기공학도 기술자격 시험 준비를 위한 보호계전 시스템의 실무활용기술“, 도서출판 기다리, 2007년
- [3] 한국전력기술인협회, “전기설비 기술기준 및 판단기준“, 한국전력기술인협회, 2008년
- [4] 한국전력기술인협회, “전기계측장비 및 안전장구 사용요령“, 한국전력기술인협회, 2008년
- [5] 서울산업대학교 안전과학연구소, “감전 메커니즘 구현을 위한 실험장치 등 개발“, 서울산업대학교 안전과학연구소, 2007년
- [6] 한국전력공사, “안전장구관리 업무편람“, 한국전력공사
- [7] 산업안전관리공단 “활선작업용기구 성능검정규격“
- [8] 한국전력공사, “한전자재규격“, 한국전력공사
- [9] “절연재료의 절연특성 평가“
- [10] 한국전력공사, “내오손형 COS에관설계 및 제조“, 1993.12
- [11] 한국전기연구소, “99 고분자절연재료 기술“, 1999.4
- [12] 일본전기협회, “배전기술자 안내서“, 1991.3