

## 안전장구시험장치의 특성에 관한 연구

**최명호\***, 지용현\*, 곽상영\*, 이순배\*, 김래진\*\*, 서삼문\*\*, 안희석\*\*\*  
 한국전력공사\*, (주)테크윈시스템\*\*, 서울산업대학교\*\*\*

### The study of the character for high voltage tester

Myeong-Ho Choi\*, Yong-heon Ji\*, Sang-young Kwak\*, Soon-Bae Lee\*, Rea-Jin Kim\*\*, Sam-Moon Suh\*\*, Heau-Seak An\*\*\*  
 Korea Electric Power Corporation\*, Techwin System Corporation\*\*, Seoul National University of Technology\*\*\*

**Abstract** - 본 연구는 안전장구 시험장치의 특성에 관한 것으로 기존 수동으로 시험하던 장치를 크게 개선하여 안전하고 편리하고 쉬운 시험이 가능하도록 윈터치 형태로 자동시험이 가능하며 기존 구형장치를 대체하는 디지털화된 신개념의 "안전장구 시험장치"를 제시한다.

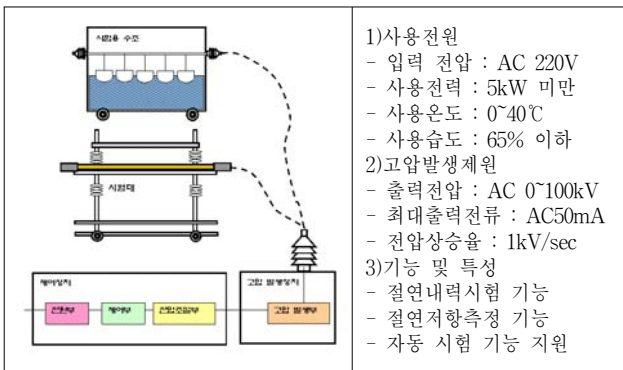
### 1. 서 론

날로 사용이 증가되는 활선장구로서의 안전장구들은 구매 초기에는 좋은 성능을 발휘하지만 계속적인 사용과정에서 열화와 파손 균열, 오염 등 여러 요인으로 인해 구매초기에 비해 성능이 저하될 수밖에 없다. 그러나 현재 안전장구의 성능을 시험하는 과정에서 안전장구별 특성을 고려한 구체적인 연구 과정을 통하여 제작된 장치는 없으며 대부분의 장비는 일반 절연내력 시험장치를 이용하고 수조를 제외한 그 외의 장치는 시험자가 적당히 제작한 임시기구를 이용하여 측정함으로써 측정의 정확도가 상실되고 측정 때 마다 개인별 조작 특성에 따라 결과치의 차이가 많이 발생함으로써 측정 내용에 대한 신뢰도가 현저히 떨어지는 것이 현실이다.

본 연구를 통해 개발한 안전장구 시험장치는 이러한 재래식 측정과정에서의 개인차를 최소화하고 시험과정에서 겪는 여러 문제점을 해소하고자 자동화를 통하여 표준화된 시험 기준에 적합한 시험이 가능하도록 하였으며 윈터치 방식으로 시험 및 측정이 가능하도록 하였다. 이를 실현하기 위한 프로세서로는 PLC를 사용하고 터치스크린을 이용하여 조작이 가능하도록 설계되었으며 작업 중 발생할 수 있는 안전사고를 대비한 다각도의 안전장치를 구비하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 전체 구성 및 제원



<그림 1> 전체구성 및 제원

#### 2.2 제어장치

제어장치는 기존 장치가 슬라이다스를 이용하여 시험자가 수동으로 절연내력 시험했던 것을 크게 개선하여 터치보드, PLC, 정현파 인버터 등을 사용하여 내압시험의 전압상승 속도 규정(1,000V/초)을 준수하고 간편하며 정확하고 안전하게 안전장구의 시험을 자동으로 수행하도록 개발하였다.

제어장치는 전원부, 입력부, 제어부, 전압조절부로 구성되며 제어장치의 입력부는 터치보드, 조작패널 등으로부터 시험 설정치, 자동/수동운전 선택, 안전 장구 설정, 시험시간 설정 등을 하도록 되어있다. 전원부는 제어 장치에 전원을 공급하는 부분으로 AC220V를 입력받아 각 장치에 맞게 전원을 공급한다. 제어부의 PLC는 터치보드부터 설정치를 입력받아서 제어신호인 4~20mA의 출력을 전압조절부에 전달한다. 전압조절부는 정현파 인버터를 사용하여 제어부에서 입력받은 DC 4~20mA의 신호를 AC 0~220V로 변환하여 고전압 발생장치의 전압(AC 0~100kV)을 조절한다.



#### 2.3 소형 고전압 발생장치

종래의 안전장구 시험장치용 변압기는 최대 50kV정도의 변압기를 사용하고 있어 75kV의 전압에서 시험되어야 할 일부 장구의 시험이 어려웠다. 이는 변압기의 구조를 유지하는 주된 재료인 철재 케이스와 사용되는 부싱의 노출된 충전부의 영향을 받아서 60kV 이상의 전압에서는 변압기의 구조가 현저하게 커져 경제성과 안전성을 확보하기 어려웠기 때문이다.

본 장치는 소형(높이 1.5m 이하, 폭 사방 1m 이하) 체적을 갖으면서도 AC 100kV의 특고압을 발생을 실현하기 위한 기술로서 60kV 이상의 고전압을 발생시 공기 중에서 코로나 발생을 극복하였다.

이를 위해 외함을 철재 외함에서 절연성 부도체인 글라스파이버 재질로 변경하고 플렌지형으로 제작하여 외함으로 유도되는 코로나 방전을 방지하였으며 상부 덮개도 글라스 파이버 제작하여 상부 덮개로 발생할 코로나 방전도 방지하였다. 외함과 결합하는 결합볼트는 합성수지로 제작하였고 합성수지로 제작된 부싱위에는 합성수지로 제작된 코로나 방지캡을 이용하여 충전부와 공기간 노출을 최대한 억제하고 코로나 방지구와 코로나 방지캡 사이의 공간을 최소화하여 공기 중 노출을 억제하였다.

이러한 개선 과정을 통해서 크기는 소형이면서 최대 AC100kV까지의 특고압을 발생하는 소형 고전압 발생장치를 개발하였다.

품 명		유입식내압시험용 변압기
규 격	1Ø 5KVA 100kV / 220V(Meter:110V)	
정 격 전압 전류	1차측	100kV 50mA
	2차측	220V 22.7A
	3차측	110V(Meter Coil)
고전압발생장치 기본 사양		고전압 발생장치

<그림 2> 고전압발생장치의 기본 사양 및 제품 사진

시험항목	시험기준	결과	
극성시험	감극성	양 호	
변압비시험	±1/200 이내	양 호	
무부하전류(A)	---	2.02(A)	
무부하손실(W)	---	180(W)	
전 압 시 험	입력 전압(V)	Meter 전압(V)	출력 전압(kV)
	①입력단자 : 1Ø 220V	50	22.8
	②Meter단자 : 1Ø 110V	100	45.5
	③출력단자 : 1Ø 100kV	150	68.3
		200	90.7
절연저항시험	1,000MΩ 이상	양 호	

<표 1> 고전압발생장치의 시험결과

## 2.4 시험대

시험대는 절연봉이나 접지봉 등 장대 또는 스틱 형태의 활선안전용구와 절연매트, 고무블랑켓 등의 매트류의 시험을 하는 장치이다. 본 장치는 절연성이 우수한 합성수지재료를 이용하여 절연예자를 내장한 절연봉을 구성하고 2개의 거치대 사이에 시험대 전극부를 상중하로 3개소 설치하여 각각 고전압을 인가할 수 있도록 구성하였다. 코로나 방전을 방지하기 위한 코로나 방지구를 시험대 전극부 중앙 전극에 부착하였다. 또한 굴절암을 이용하여 자유롭게 펴고 접을 수 있게 하였으며 바퀴를 이용하여 이동이 자유롭게 하였고 부착된 눈금자를 이용하여 시험 간격을 쉽고 편리하게 설정하고 시험 간격의 오차를 최소화 하였다. 또한 시험대의 후면에는 고무블랑켓 시험을 위한 접는 구조의 매트류 시험대가 부착되어 시험, 이동 및 보관이 용이하게 하였다. 이를 통해 75kV의 고전압 인가에도 원활히 절연내력 시험이 가능하게 하였으며 표준화된 시험환경이 구축됨과 동시에 봉형 활선장구와 평판형 활선안전장구의 품목에 대한 시험이 가능하게 되었다.



〈그림 3〉 시험대

## 2.5 시험용 수조

시험용 수조는 고무절연장갑 등의 수조 시험을 실시를 위한 장치로서 종래에 시험용 수조가 하나의 대형수조와 한 개의 전극봉으로 시험을 하였기 때문에 소량의 안전장구를 시험할 때에도 수조에 대량의 물을 채워야 함의 불편과 다수의 장구를 시험할 때 1회 시험에 최대 5개의 안전장구 시험만 가능해 시간과 물의 낭비가 발생하였다. 본 장치는 주 수조와 보조 수조로 구성되어 다량의 시험을 실시할 경우에는 주 수조를 이용하고 소량의 시험의 경우에는 보조 수조를 이용하여 시험하게 하였으며 주 수조에 전극봉을 이중바로 구성하여 다량의 시험이 가능하게 하였다.

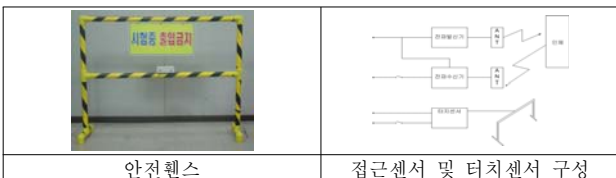
또한 수조에서는 여러개의 안전장구 시험이 동시에 이루어지며 수중에서 시험이 이루어지기 때문에 불량이 발생할 경우 불량을 검출하기 어려웠다. 이에 불량을 정확하게 확인할 수 있도록 10mA 이상의 고압 방전이 일어나는 경우에 동작하여 LED와 부저로 경보를 발하는 불량검출장치를 개발하였다.



〈그림 4〉 수조와 불량검출장치

## 2.6 안전헨스

안전장구 시험시 작업자의 접근 방지를 위한 안전장치로서 안전헨스를 사용하게 되는데 안전헨스에 접근센서와 터치센서를 부착하여 작업자가 안전한 시험을 하도록 하였다. 안전헨스의 접근센서는 시험장치에 접근하는 물체나 인체에 대한 1차로 경보하고 접근 센서의 경보에도 불구하고 안전헨스까지 접근하여 안전헨스를 접촉할 경우에 터치센서가 반응하여 모든 운전을 중지하고 경보체제로 기기의 작동을 전환하여 안전한 시험을 하도록 하였다.



〈그림 5〉 안전헨스

## 2.7 공인인증 시험결과

본 장치에 대한 성능을 입증하기 위하여 공인인증시험을 실시하였다.  
 - 공인인증 시험 기관 : 한국전기전자시험연구원  
 - 품명 : 안전장구시험장치(100kV/50mA, 모델명:TWHVIT-100)  
 - 시험일자 : 2009.3.26  
 - 온도 : 17℃, 습도 : 54%

시험 항목		시험기준 및 방법	단위	시험 결과
제어 장치	인버터출력 전압 특성	전압상승 신호시 출력전압 22V부터 220V까지의 출력이 초당 2.2V의 전압상승 할 것 (±5%이내)	%	-2.2
	인버터 출력 성능	인버터 출력전류 15A에서 30분간 유지할 것	-	양호
	인버터 과부하 보호특성	인버터 출력전류 30A에서 0.1초내 전원차단할 것	-	양호
고압 발생 장치	전압특성	입력전압 220V에서 출력전압 100kV의 출력될 것.	-	양호
	제어장치 연동 특성	10kV~100kV까지 1sec당 1kV의 전압상승 할 것(±5%이내)	%	-2.2
	제어장치 연동 성능유지	100kV까지 인가 5분 동안 이상 동작 및 이상 징후가 없으며 코로나의 발생되지 말 것.	-	양호
	1,2차간 절연성능	1,000V 절연저항계로 측정시 200 이상일 것.	MΩ	1,000 이상
시험 대	절연내력	각 전극봉간 80kV에서 10분간 견딜 것.	-	견딤

## 3. 결 론

본 연구는 기존 안전장구의 시험시 여러가지 문제점 중에서 시험 장비의 성능과 효율문제 및 안전에 관한 문제를 크게 개선하는 것을 전제로 연구되었다.

본 연구를 통해서 안전장구 전용 시험장치를 개발하였는데 그 구성은 크게 PLC 제어에 의한 인버터 전압조정방식의 제어장치, AC100kV/50mA의 전압발생이 가능한 고전압발생장치, 보조수조, 폴리머예자 및 불량검출장치로 구성된 시험용 수조, 절연봉 및 매트류의 시험이 가능한 실험대, 물체 및 인체 접근 방지 센서가 내장된 안전헨스이다.

본 연구를 통해서 개발된 시험장치는 모든 동작이 자동 프로그램에서 동작되고 터치스크린에 의한 조작되며 절연내력시험, 절연저항측정 기능, 시험 보고서 출력 등의 기능을 있고 안전장치로 과부하 및 과전압 보호장치, 접근 방지 이중 보호 장치, 절연과괴 대상 제품의 경보장치 등을 구비하였다.

급원 연구를 통해서 기존 재래식 시험장치의 대체 수요를 충족하고 표준화된 장비를 통해 시험된 안전한 안전장구를 사용함으로써 산업재해를 현저히 저감시킬 것으로 기대되며 표준화된 시험을 통하여 전기기술자 누구나 시험이 가능하도록 하였다.

따라서 본 연구를 통해 개발된 안전장구 시험장치는 기존의 문제점에 대한 개선대책이 최대한 반영되고 가장 최적화된 활선 안전장구 절연내력시험을 위한 전용장치로서 현장에서의 활용가치는 한결 높아질 것으로 기대된다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 이종락, "아이디어 전자회로 핸드북", 도서출판 세화, 1998년
- [2] 한경희 외 2인, "전력전자공학-기초이론과 응용실습-", 형설출판사, 1999년
- [3] 유상봉 외 8인, "현장 기술자 및 전기공학도 기술자격 시험 준비를 위한 보호계전 시스템의 실무활용기술", 도서출판 기다리, 2007년
- [4] 한국전력기술인협회, "전기설비 기술기준 및 판단기준", 한국전력기술인협회, 2008년
- [5] 한국전력기술인협회, "전기계측장비 및 안전장구 사용요령", 한국전력기술인협회, 2008년
- [6] 서울산업대학교 안전과학연구소, "감전 메커니즘 구현을 위한 실험장치 등 개발", 서울산업대학교 안전과학연구소, 2007년
- [7] 한국전력공사, "안전장구관리 업무편람", 한국전력공사
- [8] 산업안전관리공단 "활선작업용기구 성능검정규격"
- [9] 한국전력공사, "한전자체규격", 한국전력공사
- [10] 한국표준과학연구원, "Puncture Tester(Model: HD 8408)의 교정 절차", 한국표준과학연구원
- [11] 김한주 외 6인, "고분자 재료의 오손 특성 측정", 한국전기전자재료학회,
- [12] "절연재료의 절연특성 평가"
- [13] (주) 인터폰, "에폭시 절연 분체도료", (주) 인터폰, 2003년
- [14] 戶川治朗 "전원회로 설계마스터 -정류회로에서 스위칭 레귤레이터까지-", 2000년
- [15] Robert L. boylestad and Louis Nashelsky, "Electronic Devices and Circuit Theory", Prentice Hall, 1999년