

배전급 전력케이블 장기열화설비 자동화시스템 구축에 관한 연구

강문호  
한전 전력연구원

A Study on Constructing the Automatic Control System of the Power Cable Test Facility

Moon-Ho Kang  
KEPRI

**Abstract** - 배전급 전력케이블의 장기수명특성 평가를 위한 기초 자료를 확보하기 위해 고장 배전 실증시험장 내에 장기열화시험을 수행할 수 있는 실증시험설비가 구축되었다. 이 설비를 안전하고 효과적으로 관리 운영하기 위해 원격감시제어기능, 자동운전기능 및 열화데이터의 효과적이 처리기능이 포함된 장기열화설비 자동화시스템의 구축이 필요하였다. 따라서 본 논문에서는 새롭게 개정된 한전 표준구매규격과 참고규격인 개정판 AEIC CS5 규격에 맞게 구축된 배전급 전력케이블 장기열화시험설비를 원격감시제어, 자동운전 및 열화 데이터의 저장 및 치리가 가능한 전력케이블 장기열화설비 자동화시스템의 하드웨어 구성 및 MMI (Man-Machine Interface)화면의 구성방안에 대하여 기술하였다. 본 자동화시스템을 이용해 기존의 간이 차수형 CNCV케이블의 AEIC규격 수트리지시험을 안전하게 수행하였다.

전력케이블 장기열화설비 자동화시스템을 구축하였다.

2. 본 론

2.1 자동화시스템 하드웨어 구성

옥내 및 옥외의 배전용 전력케이블의 장기열화시험을 자동화하기 위해 주 제어장치와 열화설비제어를 위해 PLC 컨트롤러, 통신장치, 제어용 프로그램으로 자동화시스템을 구성하였다. 배전용 전력케이블의 장기열화시험 자동화시스템의 구성도를 아래 그림 2에 나타내었다.

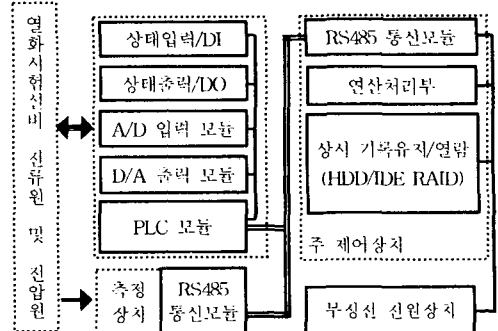


그림 2. 장기열화시험 자동화시스템 구성도

1. 서 론

배전용 전력케이블의 장기열화시험법 중 하나가 계통 운전형태를 근간으로 열적 최악의 조건을 모의한 Load Cycle법이다. 이 시험법은 배전계통의 일일부하곡선을 모의하여 하루 8시간 부하전류를 인가하고 그 중 6시간 동안 상시최고온도를 발생시키는 형태를 갖는다. 이 조건은 고전압이 직접 인가되는 도체의 온도를 기준으로 하기 때문에 직접적인 온도측정이 불가능하여 온도조건의 유지에 많은 애로가 발생하였다. 2000년 5월에 개정된 한전표준구매규격과 참고규격인 개정판 AEIC CS5에서는 온도교정시험설비를 이용한 도체온도 직접측정방식을 새롭게 규정하였다. 따라서 장기열화시험을 위해서는 그림 1과 같이 별도의 전류원설비가 필요하게 되었다.

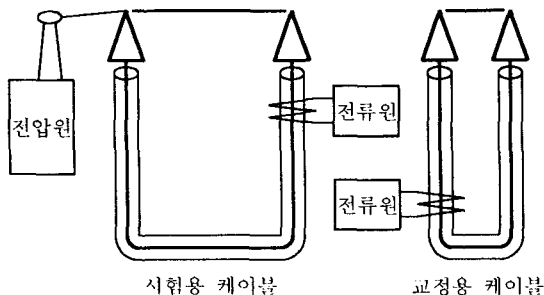


그림 1. 개정규격에 따른 장기열화시험 설비

전력케이블의 장기열화시험은 1년 이상 장기적으로 수행되기 때문에 인력의 운영측면에서 무인 자동운전기능이 필요하였으며, 시험설비를 원격에서 감시제어하고 자동으로 운전함으로써 안전성을 획득할 수 있다. 또한 전력케이블에 인가되는 전압원과 전류원의 입력조건에 따른 시험결과 데이터를 효율적으로 관리할 필요성 때문에

2.1.1 주 제어장치

전체 자동화설비의 중추적인 기능을 수행하며, PLC 컨트롤러를 통해 케이블 열화설비를 제어하며 자동화시스템의 전체적인 데이터흐름을 제어한다. 주 제어장치는 펜티엄 IV급 컴퓨터로 내부에 원격감시제어 및 측정관련 프로그램을 탑재하여 전체 시스템을 운영한다. 또한 온라인 운전을 위해 무정전 전원장치를 사용하였다. 구성된 주 제어장치를 그림 3에 나타내었다.



그림 3. 주 제어장치

### 2.1.2 PLC 모듈

기존 케이블 열화설비의 제어회로와 연결되어 각 구성설비의 상태를 감시제어하고 각각의 전압원, 전류원 및 온도 데이터를 주 제어장치로 전달하는 기능을 수행한다. PLC모듈의 구성은 아래와 같다.

- ① Programmable CPU 모듈
- ② Wide input voltage Power
- ③ 64채널 Digital Input 모듈 및 interface 계전기
- ④ 64채널 Digital Output 모듈 및 interface 계전기
- ⑤ 8채널 Analog Input 모듈
- ⑥ 2채널 D/A 모듈 및 DC/DC 컨버터
- ⑦ RS485 직렬통신 모듈

옥내 및 옥외 PLC모듈로 구성되며 그림 4는 옥외 PLC모듈을 나타내었다.

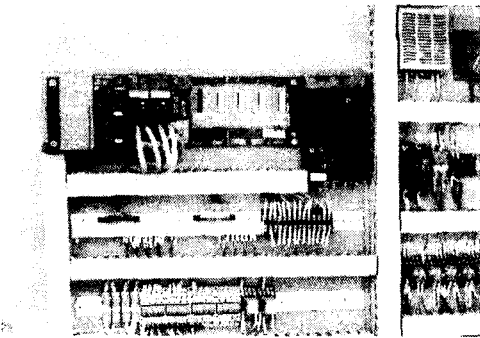


그림 4. 옥외 PLC 모듈

### 2.1.3 통신장치

옥내 및 옥외 장치 열화시험장치에 설치되어 있는 통신망 데이터를 주 제어장치와 연결하는 역할을 수행하며 통신방식은 RS 485 반이중방식을 사용하였다.

- ① 멀티드롭 RS 485 통신
- ② 통신방식 : Half Duplex, 4/2 wire 방식
- ③ 동기화 : Start Stop bits
- ④ 통신속도 : 300 ~ 38,400bps

### 2.2 자동화시스템 소프트웨어 구성

옥내 침수 과동전 시험설비와 옥외 판로 과동전 시험설비의 전압, 전류, 역률 및 도체온도를 표시 및 조정가능하도록 구성하고 측정대상의 상한 및 하한값을 규정하여 위반시 경고메시지를 표시할 수 있도록 구성하였다.

#### 2.2.1 주 제어 및 측정화면 구성

옥내 및 옥외 시험설비의 전압, 전류정보 및 교정회로 정보를 표시하며, 도체온도를 설정값 및 현재값을 표시한다. 또한 비상상황에 대비하여 비상정지버튼을 준비하였다. 아래의 그림 5에 이와 같이 구성된 주 제어 및 측정화면을 나타내었다.

#### 2.2.2 판로 과동전시험 화면 구성

판로 과동전 장기열화 시험설비의 전압원과 전류원의 운전 상태를 감시하고 제어하기 위한 화면으로 전압원의 경우 주요접점 입력 상태 감시, 시험 전류/전압 상태 감시, 경고상태 감시, 시험전원 ON/OFF 제어, Alarm Reset, 비상정지 설정/해제, 출력전압 조정, 가변 Reactor

전압조정항목으로 구성되었으며, 전류원의 경우 주요접점 입력 상태 감시, 시험회로 전류/전압 상태 감시, 교정회로 전류/전압 상태 감시, 시험회로 전원 ON/OFF 제어, 교정회로 전원 ON/OFF 제어, 경고상태 감시, Alarm Reset, 비상정지 설정/해제, 시험회로 출력전류 조정, 교정회로 출력전류 조정항목으로 화면을 구성하였다. 아래의 그림 6에 이와 같이 구성된 판로 과동전시험을 위한 전류원 화면을 나타내었다.

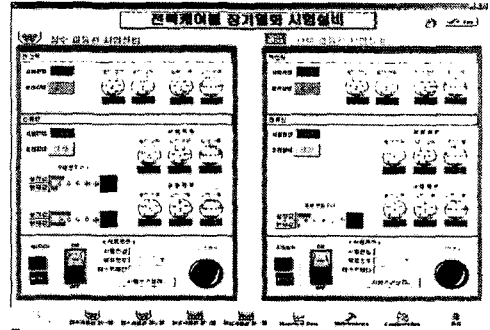


그림 5. 주 제어 및 측정화면

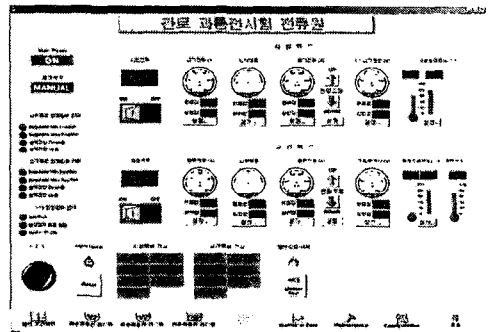


그림 6. 판로 과동전시험 전류원 화면

### 2.2.3 침수 과동전시험 화면 구성

침수 과동전 장기열화 시험설비의 전압원과 전류원의 운전 상태를 감시하고 제어하기 위한 화면으로 전압원의 경우 주요접점 입력 상태 감시, 시험 전류/전압 상태 감시, 경고상태 감시, 시험전원 ON/OFF 제어, Alarm Reset, 비상정지 설정/해제, 출력전압 조정, 가변 Reactor 전압조정항목으로 구성되었으며, 전류원의 경우 주요접점 입력 상태 감시, 시험회로 전류/전압 상태 감시, 교정회로 전류/전압 상태 감시, 수조 온도 감시, 시험회로 전원 ON/OFF 제어, 교정회로 전원 ON/OFF 제어, 경고상태 감시, Alarm Reset, 비상정지 설정/해제, 시험회로 출력전류 조정, 교정회로 출력전류 조정, 수조 Heater ON/OFF 제어항목으로 구성하였다. 그림 7에 이와 같이 구성된 침수 과동전 장기열화 시험을 위한 전류원 화면을 나타내었다.

### 2.2.4 데이터 조회 화면

저장된 각 시험설비의 전압/전류 상태감시 데이터를 기간 범위로 조회하고 그 결과를 그래프로 표시합니다. 또한 각 시험설비의 전압/전류 상태감시 데이터는 설정된 주기로 데이터베이스(DB)로 저장되고 저장된 데이터는 상태이력력으로 관리된다. 그림 8은 데이터 조회 화면의 예로 배전급 CNCV케이블의 AEIC규격 따른 수트리 시험중 취득한 데이터 화면을 보여주고 있다.

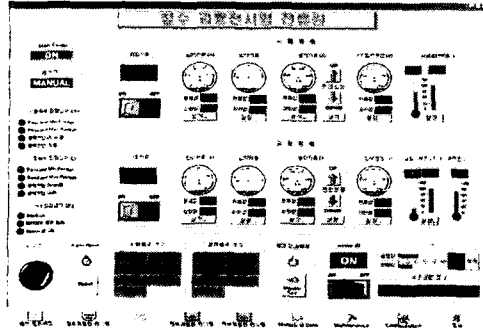


그림 7. 침수 과통전 전류원 제어 및 측정화면

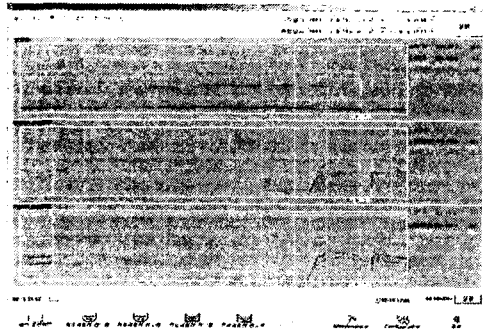


그림 8. 데이터 조회화면

### 3. 결 론

2000년 5월에 개정된 한전표준구매규격과 참고규격인 개정판 AEIC CS5에서는 온도교정시험설비를 이용한 도체온도 직접측정방식을 새롭게 규정하였다. 따라서 장기 열화시험을 위해서는 별도의 전류원설비가 필요하게 되었다. 전력케이블의 장기열화시험은 1년 이상 장기적으로 수행되기 때문에 인력의 운영측면에서 무인 자동운전 기능이 필요하였으며, 시험설비를 원격에서 감시제어하고 자동으로 운전함으로써 안전성을 얻을 수 있으며, 또한 전력케이블에 인가되는 전압원과 전류원의 입력조건에 따른 시험결과 데이터를 효율적으로 관리할 필요성 때문에 전력케이블 장기열화시험설비 자동화시스템을 구축하였다. 본 논문에서는 새롭게 개정된 한전 표준구매규격과 참고규격인 개정판 AEIC CS5 규격에 따라 구축된 배전급 전력케이블 장기열화시험설비의 운전 중 발생하는 각종 데이터를 원격감시제어, 자동운전 및 열화 데이터의 저장 및 처리가 가능하도록 구성하였다. 또한 본 자동화시스템을 이용해 기존의 간이 차수형 CNC케이블의 AEIC규격 수트리스시험을 안전하게 수행하였다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 박상만, 김수용, 강문호 외, "배전시험설비 구축 및 내외설비 시설효과 분석 실증연구", 최종보고서, 9-28, 2003
- [2] AEIC CS5 94, "Specification for cross linked polyethylene insulated shielded power cables rated 5 through 46kV", 10th edition