

간접활선 작업 보조암 성능검증을 위한 실내 모의 시험장 구축 방안

이윤건*, 장영식*, 윤동현*, 이재경*, 박재현*, 고병성*
한국전력공사 전력연구원*

Construction of Indoor Test Bed for Function Validation of Auxiliary Arm for Indirect Live-line Work

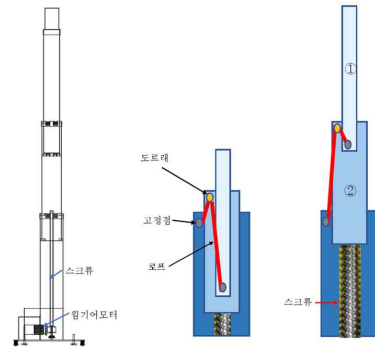
Yoongeon Lee*, Young-Sik Jang*, Donghyeon Youn*, Jae-Kyung Lee*, Jaeheon Park*, Byung-Sung Ko*
KEPCO Research Institute*

Abstract - 본 논문에서는 간접활선 작업중 발생할 수 있는 안전사고 및 작업자 근골격계 질환 예방을 위해 개발중인 보조암의 성능을 검증할 수 있는 모의 시험장 구축에 대해 설명한다. 모의 시험장은 실제 가공 배전선로와 유사한 형태의 3상 모의 전주와 작업자가 탑승할 수 있는 버킷 등으로 구성되어 있다. 해당 시험장에서는 간접활선 기본 4공종(피박-절단-압축-테이핑)을 시연할 수 있어 간접활선 보조암의 성능을 검증하는데 적합한 형태이다. 본 논문에서는 시험장의 구성 요소들의 원리와 구축/활용 방안에 대해 설명한다.

또한 해당 전주의 승/하강 방식은 조작이 편리하고 고장 요인이 적은 스크류 방식을 적용하였다. 전주의 상승은 그림 2의 원기어 모터에 연결된 스크류에 의해서 2번축 상승하면서 빨간색 로프를 당겨 1번 축이 상승하는 메커니즘 통해 이루어진다. 한 개의 리모컨으로 전주 3기를 동시에 제어 가능하며 무선통신방식을 적용하여 이동시 설치 및 철거의 불편함을 해소했다.

1. 서 론

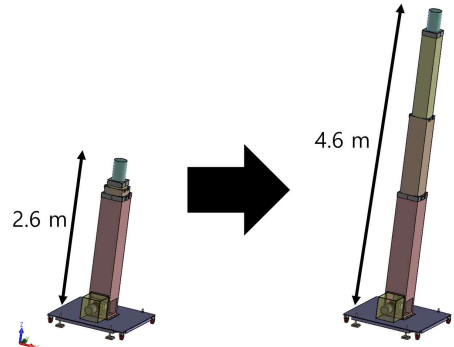
한국전력공사는 배전공사 간접활선 공법이행에 따른 작업자 근피로도를 줄일 수 있는 협조로봇 개발을 진행하고 있다[1]. 개발중인 보조암의 성능을 검증할 수 있는 실내 간접활선 시험장은 한국전력공사 전력연구원 내에 구축되었다. 해당 시험장은 이동식 승강형 전주, 작업자 탑승/조작부는 버킷, 원치부, 분대상단, 파워팩 등으로 구성되어 있다. 국내 활선차업체와 협업을 통해 간접활선 작업을 위한 하방, 측방 및 상방 작업이 가능한 형태로 활선버킷이 제작되었고, 간접활선 선단공구를 구동하기 위한 유압유닛이 설치되어 있다. 모형 전주 부분은 실제 가공 배전선로와 유사한 형태의 3기의 3상 모의 전주를 제작되었다. 이는 실험실 공간확보 및 안정성 확보를 위해 이동 가능한 형태이다. 또한 3기의 모의 전주 높이를 동시에 제어할 수 있어 다양한 간접활선 작업을 모사할 수 있다.



2. 본 론

2.1 실내시험장 구축 현황 - 모형전주

3기의 전주는 취급의 편리성을 향상시키기 위해 이동 가능한 하판에 자동 승강 기능이 구현된 전주가 장착된 형태이다. 전주는 높이 2.6m ~ 4.6m로 조정 가능하며 각각의 전주에 설치된 파워팩과 제어기를 통해 3기를 동시에 제어할 수 있다. 파워팩은 3기의 각 전주 하판에 위치해 있으며, 리튬인산철 배터리를 사용하여 화재 및 폭발 안전성을 확보했다. 또한 5천회 이상의 충전사이클을 보장하며 고온 및 저온에 강한 내구성을 가지고 있다. 그림 1에서는 1기의 전주의 제어부를 확인할 수 있다.



<그림2> 모형전주 승하강

승하강에 사용된 구동장치는 방향과 속도제어가 용이한 형태로 설계하였고, 전주의 승하강 속도는 스크류의 피치, 모터의 회전 속도, 감속기의 감속비에 의해 결정된다. 해당 설비는 조작의 안전성, 승하강 장치의 사용빈도 등을 고려하여 2m 승하강 시 승하강시간을 약 4분으로 설계했다. 승하강 속도와 시간은 아래의 계산식에 의해 산출되었다.



<그림 1> 모형전주 제어부

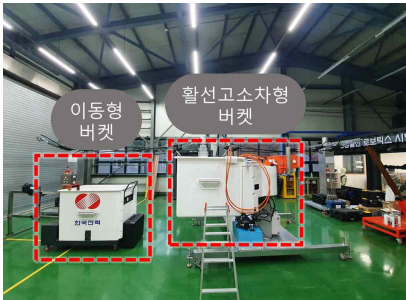
$$\begin{aligned} \text{승하강속도} &= \text{스크류피치} \times \text{모터속도} \times \text{감속비} \\ &= 6\text{mm} \times 1,750\text{rpm} \times \frac{1}{20} = 525\text{mm/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{승하강시간} &= \text{승하강 변위} / \text{승하강 속도} \\ &= \frac{2,000\text{mm}}{525\text{mm/min}} = 3.8\text{min} \end{aligned}$$

모터에 장착된 감속기는 기술한 바와 같이 $\frac{1}{20}$ 의 감속비를 갖는 워머가 타입의 감속기이다. 워머는 워에 의해서만 워휠을 돌리 수 있는 일방기어 장치로 역방향 회전을 방지하여, 승하강 장치에 이상 발생시에도 전주 상부가 자중으로 하강하지 않도록 하는 안전장치의 역할을 한다.

2.2 실내시험장 구축 현황 - 활선 버켓

실내 간접활선 작업 모의 시험장을 구축하기 위해 활선 고소차형 버켓, 이동형 버켓 2가지 종류의 활선 버켓을 설치하였다. 그림 3의 활선 고소차형 버켓은 실제 간접활선 작업 현장에서 쓰이는 활선 고소차에서 붐대와 차량이 빠진 형태이다. 현장에서 쓰이는 버켓과 동일한 규격이며 유압유닛이 설치되어 있다. 버켓에 장착된 유압유닛은 원치와 버켓, 활선 공기구를 버켓에 장착된 버켓 조작장치와 버켓 바닥에 설치되어있는 공구 조작 장치를 이용해 제어할 수 있다.



<이동형 버켓과 활선 고소차형 버켓>



<선단공구 체결부>

<선단공구 체결형태>

그림 3 활선고소차형 버켓의 유압유닛 활용

버켓에 장착된 유압유닛을 활용하여 버켓의 승하강 0°~50cm, 버켓의 회전 0°~90°, 원치의 조작 수직 0°~90°, 수평 ±90°로 움직임이 가능하다. 또한 압축기와 절단기 등 간접활선 작업에 필요한 유압 선단공구를 구동할 수 있다.

두 번째 형태의 버켓은 이동형 버켓이다. 해당 버켓 또한 실제 간접활선 작업에 활용되는 버켓과 동일한 규격을 가지고 있으며 본 과제에서 개발중인 간접활선 작업 보조암을 거치하여 성능 테스트를 하는데 용이한 형태이다. 하부에 장착된 바퀴에 고정 장치를 해제하면 이동에 수월하고 작업자의 눈높이에 위치하기 때문에 접근성이 우수하다. 이를 통해 보조암 성능 실험의 용이성을 확보했다.

3. 결 론

기 언급한 바와 같이 활선 버켓은 실제 간접활선 작업에 사용되는 버켓과 동일한 규격이며 동작을 위한 유압유닛이 설치되어 있다. 그리고 실험장에 설치된 3기의 모형전주의 장주형태는 기본 보통장주의 형태이고 필요시 편출장주로 변경가능하며, 하향 및 원회전각각 1개소, LP에자에 전선 설치 1개소를 제공하기 때문에 필요시 배전선로의 모든 장주형태로 변경이 가능하다. 또한 그림 4와 같이 전주의 승하강, 버켓의 하강, 버켓의 회전을 통해 작업자는 상방, 하방, 측방 작업을 수행할 수 있다. 따라서 모든 방향에서 간접활선의 기본 4공종인 피박-절단-압축-테이핑 공종을 수행할 수 있다. 이는 개발중인 간접활선 보조암의 기능과 현장 적용성을 검증하기에 적합한 실험환경이다.

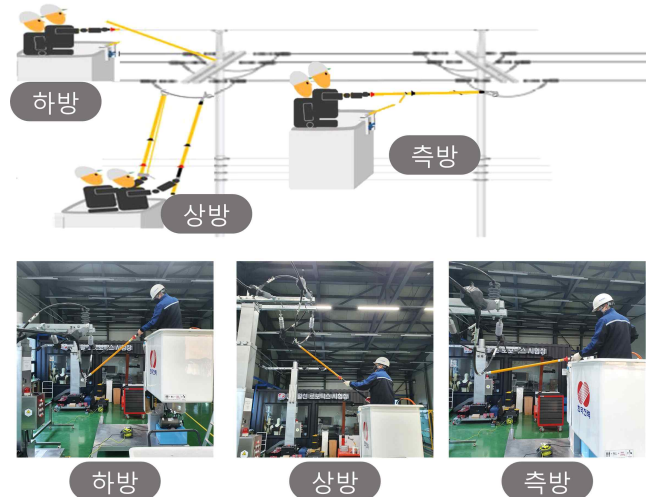


그림 4 간접활선 작업 형태

감사의 글

본 연구는 2020년도 한국전력공사 주력연구과제 (R20DA32)에 의해 지원받아 이뤄진 연구입니다.

[참 고 문 헌]

[1] 장영식, 이윤건, 박준영, “배전선로 간접활선 확대적용을 위한 협조로봇 개발방안”, 2021년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, p. 1743-1744, 2021