

송전선로 가선공사용 모듈형 발받침 개발

민병욱* 백승도* 강대연* 방항권* 최진성* 백수곤**
*한국전력공사 ***(주)한발

Development of Modular Scaffold for Overhead Transmission Line Wiring Work

Byeong-Wook.Min* Seung-Do.Baik* Dae-Eon.Kang* Hang-Kwon.Bang* Jin-Sung.Choi* Soo-Gon.Baek**
*Korea Electric Power Corporation **HanBal Corporation

Abstract - The method of conductor wiring is that a messenger wire is installed, the end of the wire is connected to the conductor and a engine puller pulls the conductor. The length of one section of wiring is 3-5km and one group messenger wire pulls simultaneously 2-4 group conductor, while a tensioner maintains wiring tension to prevent the deflection of the conductor. However, there are many obstacles such as roads, power lines, communication lines, buildings, farms and crops. Therefore to prevent damage from conductor deflection a staging is used. The currently used staging is scaffolding lumber which is difficult to secure and it's construction efficiency is very low because it requires a lot of time and manpower. So this study developed a insulating defense tube and pipe connecting device, and a truss structure fabrication module using steel pipe which reduces construction time and cost through a compressive and dielectric strength test.

공작물의 높이가 15m 이상 또는 폭이 8m 이상인 도로, 철도에 설치할 경우에는 발받침용 철주를 사용하여야 하고 배전선로에는 전력선에 절연방호판을 설치하여야 하며 전선과는 표1의 이격거리를 유지하여야 한다. [3]

1. 서 론

<표 1> 발받침과의 이격거리

공작물의 종류		이격거리 (m)
저압, 약전류 전선		1.20
고 압	절연방호 있음	1.20
	절연방호 없음	1.80
특별고압	66kV 미만	2.00
	66kV	2.12

송전선로 건설공사의 공종은 크게 첩탑기초공사, 첩탑조립공사, 전선가선공사로 구분되며, 전선가선공사는 첩탑조립공사가 완료된 후 가공지선과 전력선을 첩탑에 설치하는 작업으로 첩탑에 전선을 포설하는 연선공사(延線工事)와 포설된 전선을 적정한 장력으로 첩탑에 고정시키는 긴선공사(緊線工事)로 구분할 수 있다. 송전선로에 전선을 가선하는 방법은 먼저 헬기 또는 인력으로 가선용 와이어를 첩탑 상단에 포설한 후 와이어의 끝단에 전선을 연결하여 엔진(engine puller)으로 견인하는 가선공법을 사용하고 있다. 가선 1구간의 길이는 보통 3~5km 정도로 1조의 메신저와이어로 2~4조의 전선을 동시에 가선하고 있으며 가선공사 중에 전선의 처짐을 방지하기 위하여 연선차(tensioner)로 가선장력을 유지하고 있다.[1] 그러나 가선구간에는 도로, 전력선, 통신선, 건축물, 과수원, 농작물 등 장애물들이 산재하고 있어 전선 가선시 전선 처짐으로 인한 피해를 방지하기 위하여 장애물 구간엔 전선 처짐 방지용 발받침을 설치하고 있다. 현재 사용되고 있는 가선공사용 발받침은 대부분 비계목으로 공사설계를 하고 있으나 최근에는 비계목 확보가 매우 어려울 뿐만 아니라 시공기간이 장기간 소요되고 많은 인력이 소요되어 시공효율에 매우 낮다. 따라서 본 연구에서는 강관파이프를 이용한 truss 구조의 조립식 모듈과 파이프 체결장치 및 절연방호판을 개발하고 압축강도시험과 절연내력시험을 시행하여 공사기간을 획기적으로 단축하고 공사비를 절감할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

또한 전선로를 횡단하기 위하여 발받침을 설치할 경우에는 충전부위에 대하여 인체부위가 통전 및 정전유도에 대한 보호조치를 하지 않고서는 안전거리 이내로 접근하여 작업하여서는 안되며 이 경우 충전부에 대한 안전거리는 표2와 같다. [4]

<표 2> 충전부에 대한 안전거리

충전부 선로전압	22.9kV	66 kV	154 kV	345 kV	765 kV
안전거리 (cm)	30	75	160	350	730

2. 송전선로 가선공사용 방호 발받침

2.2 가선공사용 방호 발받침의 종류

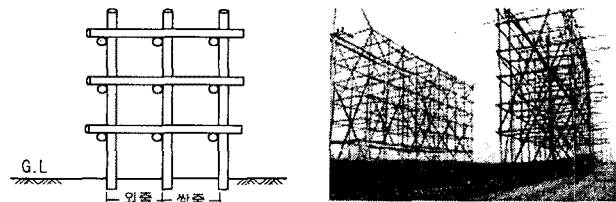
송전선로 가선공사용 방호 발받침은 현재 목재 발받침, 강재 발받침, 철탑 발받침 등이 있어 있으며 규모와 높이에 따라 선택하여 설치한다.

2.2.1 목재 발받침

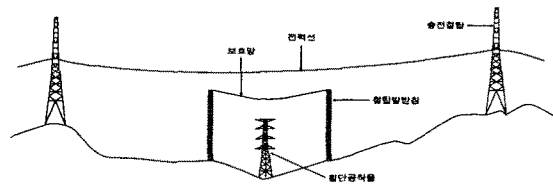
목재 발받침은 소규모 발받침으로 많이 사용되며 비계목은 낙엽송으로 곧은 통나무를 사용한다. 긴 비계목의 지름은 7.5 ~ 12cm, 길이는 5.4~7.2m이며, 짧은 비계목의 지름은 6~12cm, 길이는 1.2~3.6m를 사용하며 결속선은 횡과 부드러움이 적당한 #8번과 #10번의 구운 철선을 사용한다. 또한 지선은 38mm 아연도철연선을 사용하며 지선근가는 지름 20cm 이상, 길이 1.2m 이상의 근가목을 사용한다. 목재 비계목은 외줄비계와 쌍줄비계로 구분되며 외줄비계는 고정벽체 또는 쌍줄비계에 지주 1개씩을 덧대어 설치하는 가설목이고 쌍줄비계는 기둥 2개를 설치하고 수평으로 비계목을 설치한 가설목으로 그림2와 같다. [5]

2.1 방호 발받침의 설치

방호 발받침은 가선공사 중에 전선 견인용 메신저와이어(messenger wire)나 전선이 도로, 철도, 전력선, 통신선, 건축물, 과수원, 농작물 등의 장애물과 교차하거나 접근하는 개소에 설치하여 메신저와이어나 전선의 처짐을 방지하므로써 공사장애 및 재해를 예방하고 전선의 손상방지, 작업의 안정성을 확보하기 위하여 그림1과 같이 설치하고 있다. [2]



<그림 2> 목재 발받침 (외줄 및 쌍줄비계)

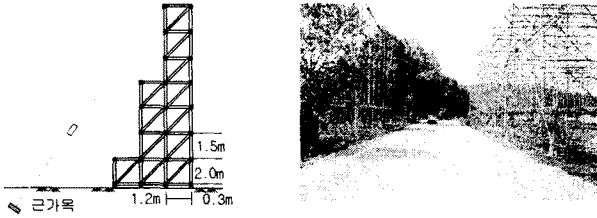


<그림 1> 방호 발받침의 설치

발받침의 구조는 교차 또는 접근하는 공작물의 종류, 높이, 교차각도 및 지형 등을 고려하여 선정하여야 하며, 지선, 지주 등을 사용하여 염력 및 수평하중에 대한 안전성을 확보하여야 한다. 발받침의 설치길이는 선로의 횡단각도와 메신저와이어 및 전선의 행진을 고려하여 결정하여야 하며 보호받

2.2.2 강재 발받침

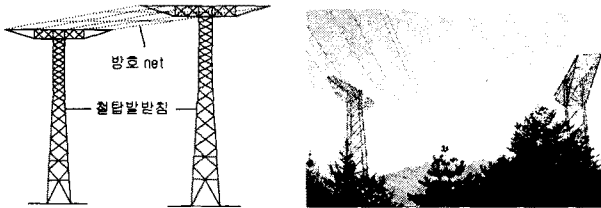
강재 발받침은 파이프 및 연결클램프를 이용하여 설치하며 대규모 발받침에 적합하다. 강관은 외경 48.6mm, 두께 2.4mm의 파이프를 사용하며 지선은 아연도철연선 38mm로 3개씩 1단으로 설치하고 발받침의 수평단수(쌍줄비계)가 3단을 초과할 때마다 외줄비계를 1줄씩 추가 설치하며 기둥간격은 1.8m, 지상 첫 번째 장선(support beam) 간격은 2m, 이후의 장선간격은 1.5m라고 설치하고 비계목은 1.2m로 설치한다. 또한 지선은 38mm 아연도철선을 사용하며 지선근가는 지름 20cm 이상, 길이 1.2m 이상의 근가목을 사용한다. 전력선을 횡단하기 위하여 설치하는 강재 발받침의 경우에는 전력선에 절연방호판을 설치하여야 한다. 강재 발받침은 그림3과 같다. [5]



〈그림 3〉 강재 발받침

2.2.3 첩탑 발받침

첩탑 발받침은 목재 또는 강재 발받침의 설치가 어려운 개소, 즉 송전선로 횡단 등 발받침의 높이가 50m 이상인 개소 및 안전사고가 우려되는 개소에 설치하며 첩탑 상부에 보호망을 가설한다. 전선의 횡진폭, 기설선로와 교차각도 등을 고려하여 압축을 결정하여야 하며 편측 압축은 10m, 15m, 20m, 26m가 있다. 발받침 첩탑은 무근 콘크리트로 기초를 시공하고 첩탑을 조립하여야 하므로 자재 운반물량이 많고 공사기간이 길 뿐만 아니라 공사비가 많이 소요되는 단점이 있다. 첩탑 발받침은 그림4와 같다.



〈그림 4〉 첩탑 발받침

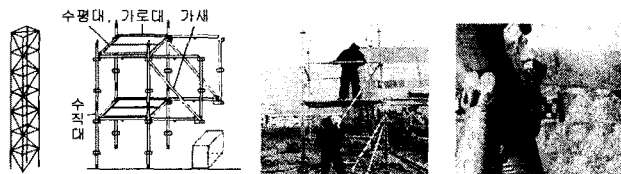
3. 모듈형 발받침의 설계 및 개발

3.1 모듈형 발받침의 설계·제작

기존의 발받침은 개별부재의 시공량이 많아 공사기간이 길고 인력이 많이 소요되어 비경제적인 단점이 있다. 모듈형 발받침은 기존 발받침의 단점을 보완하기 위하여 단위부재 규격을 표준화하고 모듈형태로 조립할 수 있도록 하여 운반이 편리하고 시공기간을 획기적으로 단축할 수 있도록 개별부재 조립식 모듈형태로 설계하였다. 개별부재 모듈형 발받침은 수직기둥, 수평보, 수직/수평부재 체결시스템, 지선 시스템, brace, 가이드 파이프, Net 지지시스템, 절연시스템, 작업용 발판으로 설계·개발하였다. [6]

3.1.1 수직기둥 시스템

모듈형 발받침의 가장 중요한 부분은 수직기둥 시스템으로 수직 및 수평과 경사 방향으로 트러스 구조물을 구축할 수 있도록 4개의 수직대와 수평대, 가로대 및 가새로 구성되어 육면체의 표준규격의 모듈형태를 만들어 설계된 높이만큼 모듈을 다수 조합할 수 있도록 설계하였다. 수직기둥은 외경 46.8mm, 두께 2.5mm의 아연도강관을 사용하여 1,829×1,829×2,000mm의 단위 모듈규격으로 표준화하였고 신속한 조립을 위하여 볼트체결방식이 아닌 커플링(coupling) 체결방식으로 설계하였으며 구조 및 형태는 그림5와 같다.



〈그림 5〉 수직기둥 구조 및 형태

3.1.2 수평보 시스템

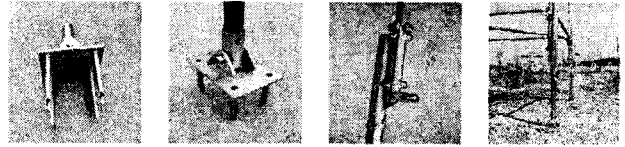
수평보는 수직기둥과 수직기둥 간을 연결할 수 있도록 고하중 트러스 구조물로 설계하여 와이어나 전선의 처짐을 방지하도록 하였다. 수평보는 수직재, 경사재 및 연결단자로 구성하였으며 외경 46.8mm, 두께 2.5mm의 아연도강관을 사용하여 1,829×1,829×1,829mm의 단위 모듈규격으로 표준화 하였고 수직기둥과 수평보의 체결방식은 구조물간의 연결작업이 용이하도록 clamp-hook 체결방식으로 설계하였으며 구조 및 형태는 그림6과 같다.



〈그림 6〉 수평보 구조 및 형태

3.1.3 발받침 기초 시스템

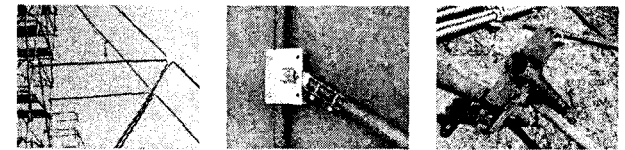
발받침의 기초는 발받침 자체의 수직하중과 바람 등 외부에서 작용하는 수평하중에 대한 구조물의 안정성 확보에 매우 중요한 역할을 담당한다. 수직기둥의 기초는 굴착·매립방식이 아닌 지표면에 4개의 anchor 고정방식으로 설계·제작하여 수직이동과 수평이동을 방지하고 시공기간을 획기적으로 단축할 수 있게 하였으며 지형의 경사도에 따라 길이를 조절할 수 있도록 가변형 구조로 설계하였다. 발받침 기초시스템은 그림7과 같다.



〈그림 7〉 발받침 기초 및 길이 가변형 기초기둥

3.1.4 Brace type 발받침용 지선

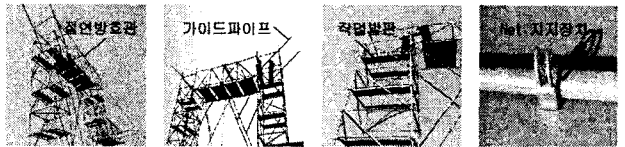
기존의 발받침 지선은 38mm 아연도철연선을 사용하여 직경 20cm 이상, 길이 1.2m 이상의 근가목을 1.5m 이상의 길이로 매설하여 고정하는 방식을 사용하고 있으나 모듈형 발받침은 근가목 매설에 따른 굴착의 어려움을 해소하기 위하여 brace type 지주로 설계하여 염력과 수평하중을 담당하도록 하였으며 지주의 고정 anchor 고정방식으로 그림8과 같다.



〈그림 8〉 Brace type 발받침용 지선

3.1.5 모듈형 발받침의 부속설비

배전선로 횡단개소에는 수평보를 절연할 수 있도록 절연보호판을 개발하였으며, 와이어 및 전선 이탈 방지용 가이드 파이프, 안전사고 예방을 위한 작업용 발판, 횡단구간이 길 경우 설치하는 방호 net 지지장치 등을 개발하였다.



〈그림 9〉 모듈형 발받침 부속설비

3.2 모듈형 발받침의 성능시험

모듈형 발받침을 설계·제작하고 성능을 확인하기 위하여 기계적, 전기적 성능시험을 시행하였다. 발받침의 안정성을 확인하기 위한 개별부재 및 모듈의 압축강도시험과 수평 truss 하중-변위시험, 수직기둥 전직도 측정, 수평보의 수직하중시험 등을 시행하였으며 절연보호판은 절연내력시험을 시행하였다. 모듈형 발받침의 기계적, 전기적 시험결과는 양호 하였다.

4. 결 론

송전선로 가선구간에는 도로, 철도, 전력선 등 많은 장애물을 매신저와이어와 전선이 횡단하여야 하므로 장애물 개소에 와이어와 전선의 처짐을 방지하기 위하여 발받침을 설치하고 있다. 현재 사용되고 있는 가선공사용 발받침은 자체확보 및 운반이 어렵고 많은 인력과 시간 그리고 공사비가 과다하게 소요되고 있다. 따라서 본 연구에서는 아연도강관을 이용한 truss구조의 개별부재 조립식 모듈형 발받침을 개발하여 시공기간을 약 1/5로 단축하고 공사비도 약 1/4로 절감할 수 있도록 하였다. 모듈형 발받침은 2m 단위의 모듈을 조합하여 설치하므로써 장애물의 높이에 관계없이 사용할 수 있고 기초 및 지선은 anchor 방식으로 굴착공정이 수반되지 않아 시공이 간편하고 환경훼손을 방지할 수 있다. 또한 개별부재의 규격을 표준화하므로써 보관 및 운반이 용이하고 부재 선별시간이 단축되어 시공능률을 향상시킬 수 있다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] 백승도, 민병옥, "송전선로 가선공사용 런닝보드 개발", 대한전기학회 전자기술분회 추계학술대회 논문집, pp.80~82, 2005.11.
- [2] 가공송전용 가선공사 시공기준, 한국전력공사, pp.12~13, 2003.11.
- [3] 가공송전선로공사 표준시공요령, 한국전기공사협회, pp.802~834, 2004.4.
- [4] 안전작업수칙(송전전문야), 한국전력공사, pp.6~14, 2000.8.
- [5] 가공송전선로 공사원가 산정지침, 한국전력공사, pp.75~90, 2003.1.
- [6] 송전공사용 모듈형 발받침 개발보고서, 한국전력공사, pp.17~83, 2005.12.